

スーダン国
新白ナイル橋建設計画調査
事前調査報告書

昭和63年8月

国際協力事業団

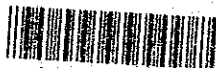
開一
CR(3)
88-164

国際協力事業団

19628

01.5
201

JICA LIBRARY



1076221(9)

19622

序 文

日本国政府は、スーダン国政府の要請に応え、同国カルツーム首都圏のカルツーム地区とオムドルマン地区を結ぶ新白ナイル橋建設計画調査を行うことを決定し、その調査を国際協力事業団が実施することとなった。

事業団は、建設省土木研究所構造橋梁部構造研究室長 横山功一氏を団長とする事前調査団を昭和 63 年 8 月 6 日から同年 8 月 25 日まで現地へ派遣した。

調査団は、現地において調査対象地域の踏査を実施するとともに、先方関係者と Scope of Work (S/W) の協議を行い、これに署名した。

本報告書は、今回の調査結果をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものである。

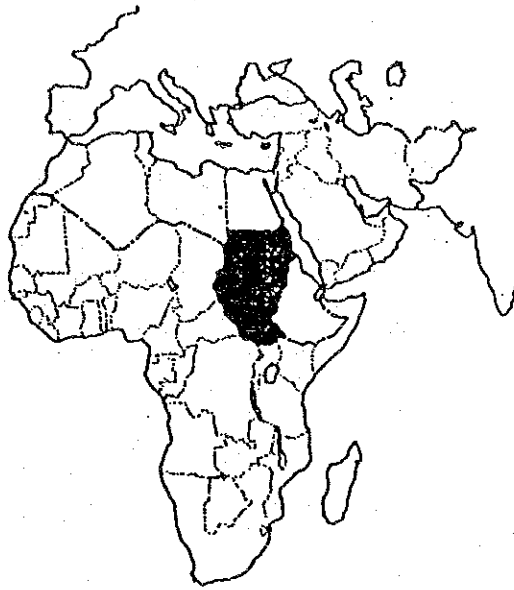
終わりに、今回の調査の実施にあたり御協力をいただいたスーダン国政府、在スーダン日本国大使館並びに関係機関に対して深く感謝する次第である。

昭和 63 年 8 月

国際協力事業団

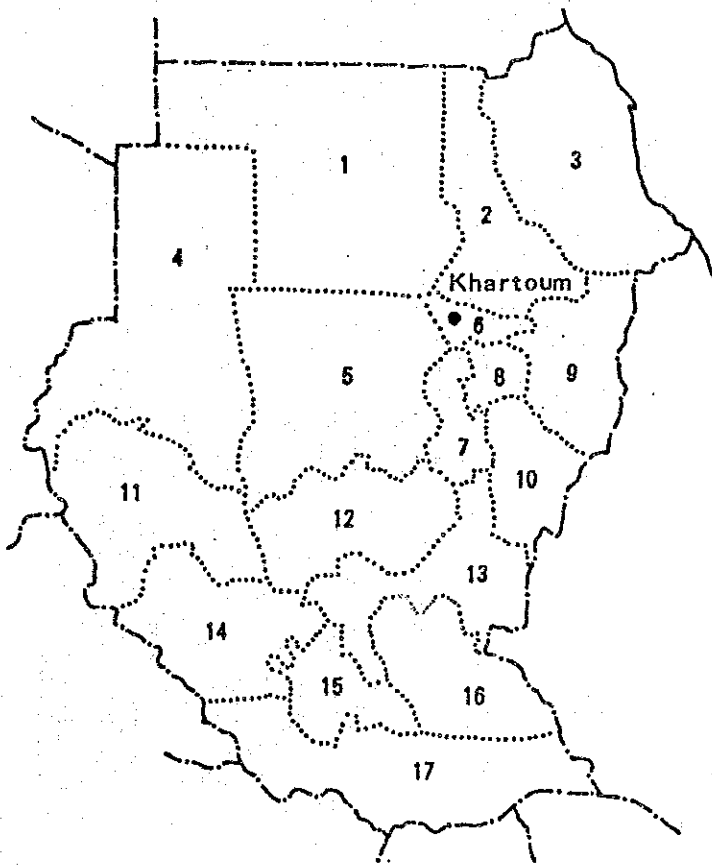
理事 玉 光 弘 明

地域参考図



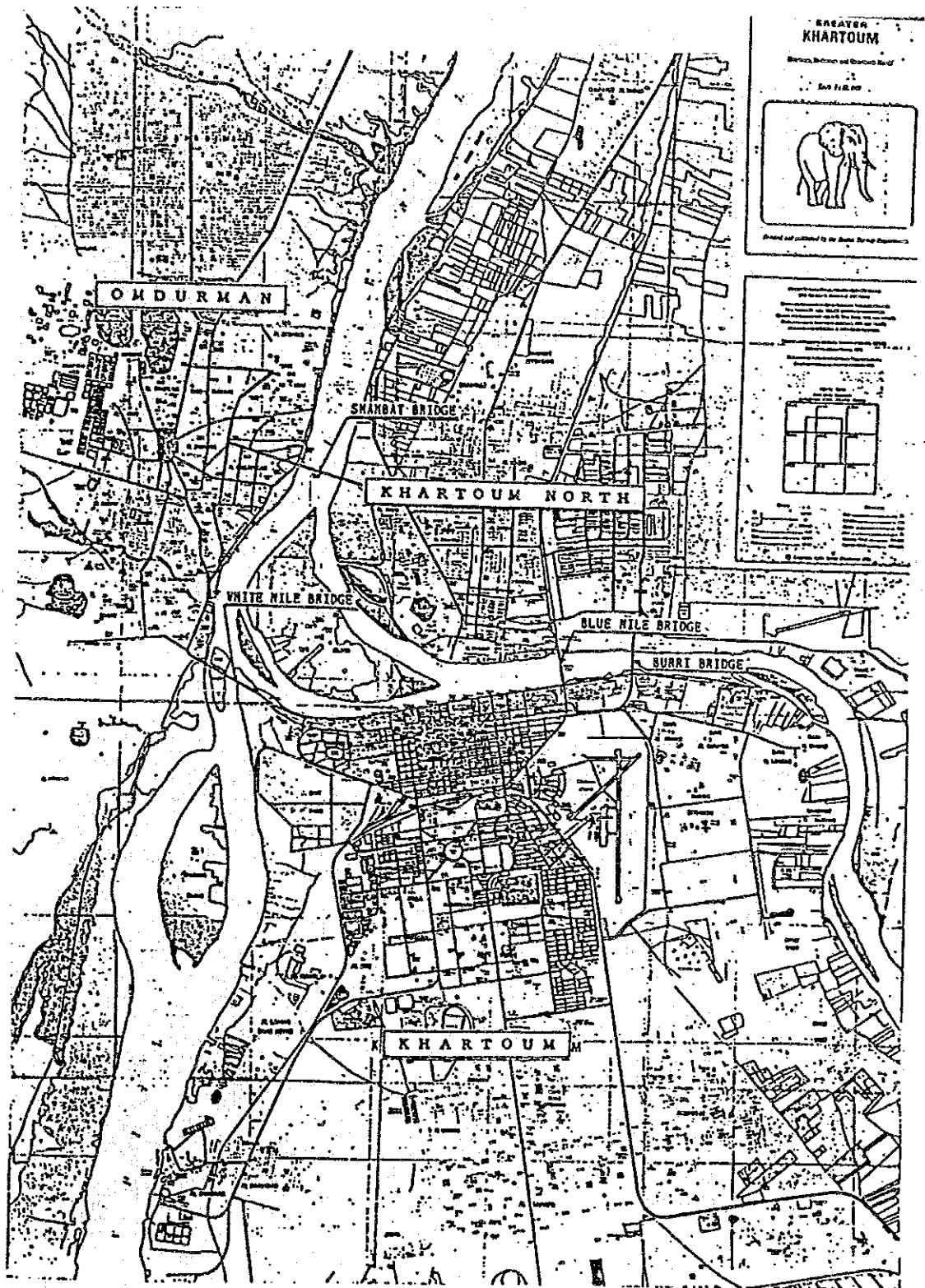
行政区分図

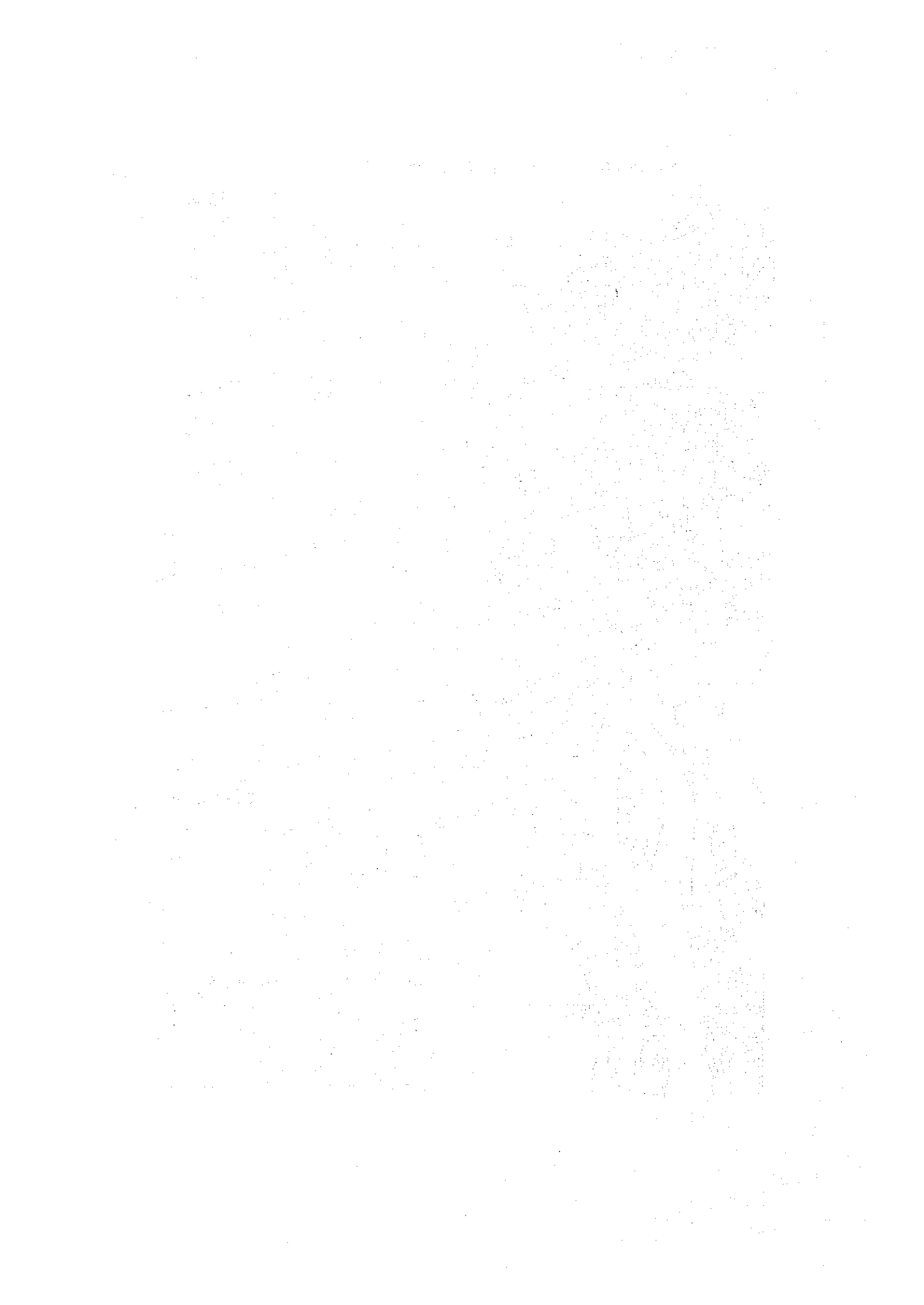
※下記の行政区画は州 (Province) を示す。

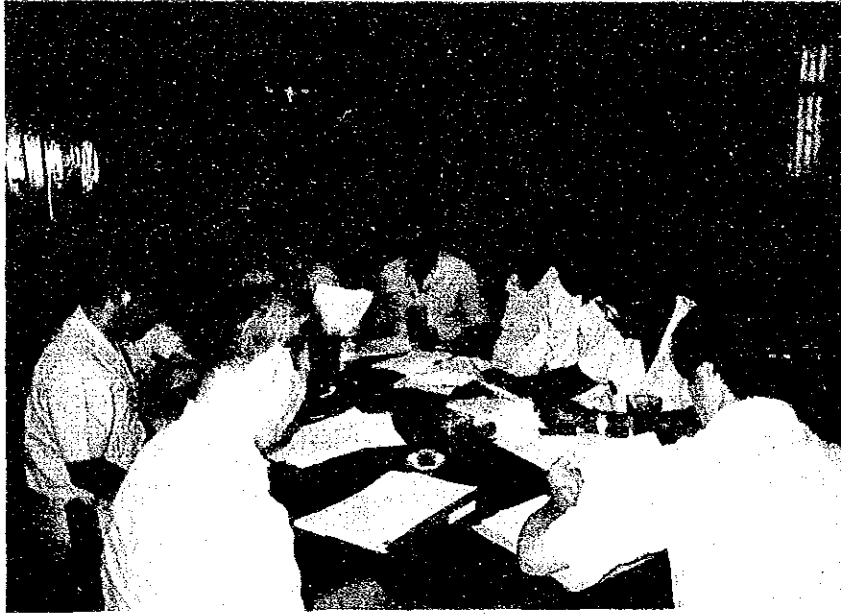


1. Northern
2. Nile
3. Red Sea
4. Northern Darfur
5. Northern Kordofan
6. Khartoum
7. White Nile
8. El Gezira
9. Kassala
10. Blue Nile
11. Southern Darfur
12. Southern Kordofan
13. Upper Nile (Sobat)
14. Western Equatoria
15. El Buheyrat
16. Jonglei
17. Eastern Equatoria

KHARTOUM 首都圏市街図及び橋梁位置図







▲カルツーム首都圏庁(NCK)での協議



▲S/Wに署名する横山団長とNCK技術・保健コミッショナー
MR. Mamoun A. Sherfi

目 次

序 文
地 図
写 真

第1章 事前調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査団の構成	1
1-4 調査行程	2
第2章 スーダン国の現況	5
2-1 全体概要	5
2-2 経済動向と経済政策	9
2-3 経済開発計画	10
2-4 援助動向	11
第3章 カルツーム市の概況と交通計画	15
3-1 カルツーム市の概況	15
3-2 交通の現況	16
3-3 既存橋梁の現況	30
3-3-1 白ナイル橋 (White Nile Bridge)	31
3-3-2 青ナイル橋 (Blue Nile Bridge)	35
3-3-3 ブリ橋 (Burri Bridge)	37
3-3-4 シャムバット橋 (Shambat Bridge)	39
3-3-5 白ナイル橋補強検討書の概要	41
3-4 白ナイル川の河川条件	41
3-5 都市交通整備計画	62
3-6 新白ナイル橋建設計画	76
第4章 協議の概要	79
4-1 SCOPE OF WORK (S/W) の協議・締結	79

4 - 2	MINUTES OF MEETING (M/M)の作成及び署名	80
4 - 3	資料収集	80
4 - 4	現地調査	81
第5章 本格調査の概要と留意事項		84
5 - 1	調査の基本方針	84
5 - 2	調査の内容	86
5 - 2 - 1	社会・経済及び交通調査	86
	1) 社会・経済調査	86
	2) 交通需要予測	86
5 - 2 - 2	地形図の収集及び測量	87
5 - 2 - 3	土質・地質調査	91
5 - 2 - 4	建設資材調査	101
5 - 2 - 5	水文・河道調査	102
5 - 2 - 6	設計基準	105
5 - 2 - 7	橋梁代替案の作成及び評価	107
	1) 架橋ルート	107
	2) 橋梁型式	108
5 - 2 - 8	概略設計	110
	1) 土工部	110
	2) 橋梁部	110
5 - 2 - 9	工事費積算	111
5 - 2 - 10	経済評価	111
5 - 3	調査スケジュール	111
添付資料		
Appendix-1	Scope of Work	115
Appendix-2	Minutes of Meeting	125
Appendix-3	Questionnaire and Answers	133
Appendix-4	List of Collected Data	139
Appendix-5	Record of Discussion	155
Appendix-6	Organization of the Government	187

第 1 章 事前調査の概要

1-1 調査の背景

アフリカ大陸の中央部東海岸に位置するスーダン国は面積 250万平方キロ、人口約 2,160 万人の国であるが、そのほぼ中央部北よりに位置する首都カルツーム市は登録人口約 160万人、昼間人口約 270万人と全人口の約 1 割を占め、かつ自動車交通については、カルツーム首都圏が白ナイル川、青ナイル川及び本ナイル川によって 3 分割され、それぞれの地区の持つ機能が異なるため、3 地区相互間の交通量は多く、特に 3 地区を結ぶ既存 4 橋梁のうち、旧市街地で住宅地域である Omdurman 地区と新市街地でビジネスエリアである Khartoum 地区をつなぐ白ナイル橋は本体が 1929 年開通と古いためもあり、橋梁の耐久性及び交通容量の両面より早急な対策を必要とする状態である。このことはスーダン政府が UNDP の援助で行ったカルツーム首都圏交通施設整備マスタープラン（1983 年実施）においても強調されており、かつ道路網整備計画の中心となる Belt Way の一部として新白ナイル橋が位置づけられている。

この実情に鑑みスーダン国政府は新白ナイル橋建設計画を同首都圏開発の最優先プロジェクトに指定し、そのフィージビリティ調査に対する技術協力並びに建設に対する無償資金協力を昭和 62 年 9 月、日本政府に要請してきた。これに対し日本政府はとりあえず技術協力としてフィージビリティ調査（F/S 調査）の必要性を認め、今般、事前調査団を派遣した。

1-2 調査の目的

今回の調査の目的は、新白ナイル橋建設計画に係るフィージビリティ調査の実施に先立ち、本橋梁建設計画に関する資料等の収集を行うとともに、フィージビリティ調査の方針・範囲及び内容についてスーダン国政府と協議を行い、調査実施に係る Scope of Work（S/W: 実施細則）を締結することである。

1-3 調査団の構成

事前調査団は建設省土木研究所・横山功一氏を団長とし、下記の総員 6 名で構成された。

(1)	横山 功一	総括	建設省土木研究所	構造橋梁部	構造研究室長
(2)	西尾 久光	調査企画	国際協力事業団	社会開発協力部	開発調査第一課職員
(3)	高島 豊	橋梁計画	本州四国連絡橋公団	第三建設局	建設課長
(4)	北沢 正彦	道路計画	阪神高速道路公団	神戸建設部	設計課課長補佐
(5)	細見 寛	河道計画	建設省関東地方建設局	企画部	企画課課長補佐
(6)	長崎 謙二	橋梁設計	憐千代田コンサルタント	海外業務部	担当部長

1-4 調査行程

事前調査団は昭和63年8月6日(土)に出発し、8月8日(月)スーダン国カルツーム市に到着した。翌9日より8月17日までの10日間は6名全員で現地調査・協議・資料収集等を行い、8月18日早朝、長崎団員(橋梁設計担当)を除く横山団長以下計5名はスーダン国を離れ、8月20日帰国した。

上記長崎団員はさらに8月22日まで、現地調査・資料収集を続け、予定作業終了の後、8月23日スーダン国を離れ、8月25日帰国した。

調査団の行程詳細を表1.1に表す。

表1.1 調査行程

(スーダン国は金曜日みの週休1日制)

	月・日	曜日	行程	調査内容
1	63年8月6	土	東京	
2	7	日	(BA 006) ロンドン	ロンドン(泊)
3	8	月	(KL 116) ロンドン-アムステルダム (KL 561) アムステルダム-カルツーム	○到着後 大使館へ直行、翌朝ロンドン出張予定の岡大使を深夜の表敬訪問
4	9	火	カルツーム市内	○大使館訪問 田中参事官・金子書記官・佐藤書記官と打合せ ○スーダン国 大蔵経済企画省(Project Preparation Unit) 表敬 ○カルツーム首都圏庁(National Capital Khartoum-NCK) 訪問・打合せ ○外務省表敬
5	10	水	同上	○カルツーム首都圏庁にて ・ Scope of Work (S/W) の日本側 Draft 提示、協議開始 ・ Questionnaire を提示・説明し、情報・資料の収集を依頼
6	11	木	同上	○S/W 協議 ○資料収集 ○現地踏査、特に撮影禁止の既存4橋梁の調査について打合せ
7	12	金	同上	○NCK 担当者同行で市内幹線道路、特に Belt Way 予定地を踏査、さらに白ナイル橋へ行くも、撮影許可手続きがうまくいかず、撮影抜き調査を行う

	月・日	曜日	行 程	調 査 内 容
8	13	土	カルツーム市内	○ 撮影抜きながら残り既存3橋の視察と、新白ナイル橋架橋対象地付近を左・右岸とも視察
9	14	日	同 上	○ S/W 協議 ○ 資料収集
10	15	月	同 上	○ S/W 及び Minutes of Meeting (M/M) 協議 ○ 資料収集
11	16	火	同 上	○ カルツーム首都圏庁にて Scope of Work S/W 及び M/M 署名・締結
12	17	水	同 上	○ 資料収集 ○ 大使館報告(本隊)
13	18	木	(BA 152) カルツーム - ロンドン	本隊(5名)スーダン国出国
			カルツーム市内	(橋梁設計担当団員) ○ 資料収集 ○ 各現地業務に関する見積依頼書の提出・説明 ・ 地形測量 (Sudan Survey Department -SSD) ・ 地質調査 (Geological Research Authority -GRA) ・ 交通量調査 (Local Consultants) ・ レンタカー、オフィス機器 (自家発電機 ほか) ・ Local Staff の備人費、等
14	19	金	(BA 007) ロンドン - 東京	本隊(5名)ロンドン発
			カルツーム市内	○ 現地調査 (市内工事現場、河川護岸 ほか)
15	20	土	(BA 007) ロンドン - 東京	本隊 帰国
			カルツーム市内	○ 資料収集 ○ 地質調査機械視察のための GRA-Work Shop (Khartoum North 在) 訪問のスケジュール打合せ
16	21	日	カルツーム市内	○ 現地調査 ○ 資料収集
17	22	月	同 上	○ 現地調査 (GRA-Work Shop 視察) ○ 資料収集 (各種見積書、現地建設事情を各方面より収集聴取) ○ 大使館報告

	月・日	曜日	行 程	調 査 内 容
18	23	火	(BA 152) カルツームーロンドン	スーダン国出国
19	24	水	(BA 007) ロンドン - 東京	ロンドン発
20	25	木	(BA 007) ロンドン - 東京	帰国

第 2 章 スーダン国の現況

2-1 全体概要

(1) 自然

(1) スーダンはアフリカ大陸北東部、北緯4度から22度にわたる面積2,505,813 km²（日本の約7倍）とアフリカで最も広い国土を持つ国である。周囲をエジプト、リビア、チャド、中央アフリカ、ザール、ウガンダ、ケニア、エチオピアの8カ国に囲まれ、東側で紅海に面している。国土は標高200~500 mの高原地帯が主で、北部は乾燥した砂漠地帯、中部はサバンナ、南部は高温多湿な熱帯雨林となっている。中央東寄りをウガンダのビクトリア湖に源を発する白ナイル川と、エチオピアのタナ湖に源を発する青ナイル川が貫流し、スーダン南部に白ナイル川による世界最大級の沼沢地帯が広がっている。白ナイル川と青ナイル川はスーダンの首都カルツーム市で合流するが、この二つの川に挟まれたエル・ゲジラ地区は世界最大の綿花栽培地帯になっている。カルツーム市で合流した白ナイル川と青ナイル川はナイル本流となってエジプトを経て遠く地中海に注いでいる（全長約6,700 km）（図2.1.1参照）。

(2) 気候は南部と北部では大きく変わるが、カルツームでは11~3月が乾燥した比較的涼しい（平均23℃）快適なシーズンになっている。4~6月にはハブーブと呼ばれる熱砂嵐が吹いて、気温が上昇し、市街でも50℃を越える日もある。7~8月は雨期で、ときには豪雨が降る。平均気温は35℃を越える。9~10月は湿気が多く、不快なシーズンとなる。

(2) 社会

(1) 正式国名はスーダン共和国（the Republic of the Sudan）で独立は1956年1月である。スーダンの名は、かつてアラブ人が黒人の国の意味でBilad es Sudanと呼んだこと由来する。人口は約2,160万人（1983年）。首都圏（カルツーム市、オムドルマン市、北カルツーム市の3市）の人口登録数約160万人といわれている。

(2) 国民の75%はアラブ人系（セム系）で北部に住み、25%は黒人系（ハム系）で南部に住んでいる。北部の住民を中心に70%はイスラム教徒（スンニー派）、南部では部族的信仰（精霊信仰）のほか、キリスト教徒も多い。

(3) スーダンの公用語はアラビア語であるが、南部ではディンカ語、ヌエル語、シルーク語等の部族語が主に使用されており、アラビア語はまだ十分通用しない。一般的に、英国による植民地統治時代の名残りとしてカルツームやポートスーダン市等の都会においては英語はかなり通用する。

(4) 独立以来、当国は議会内閣制と軍事政権による議会の停止を繰り返してきたが、1969年

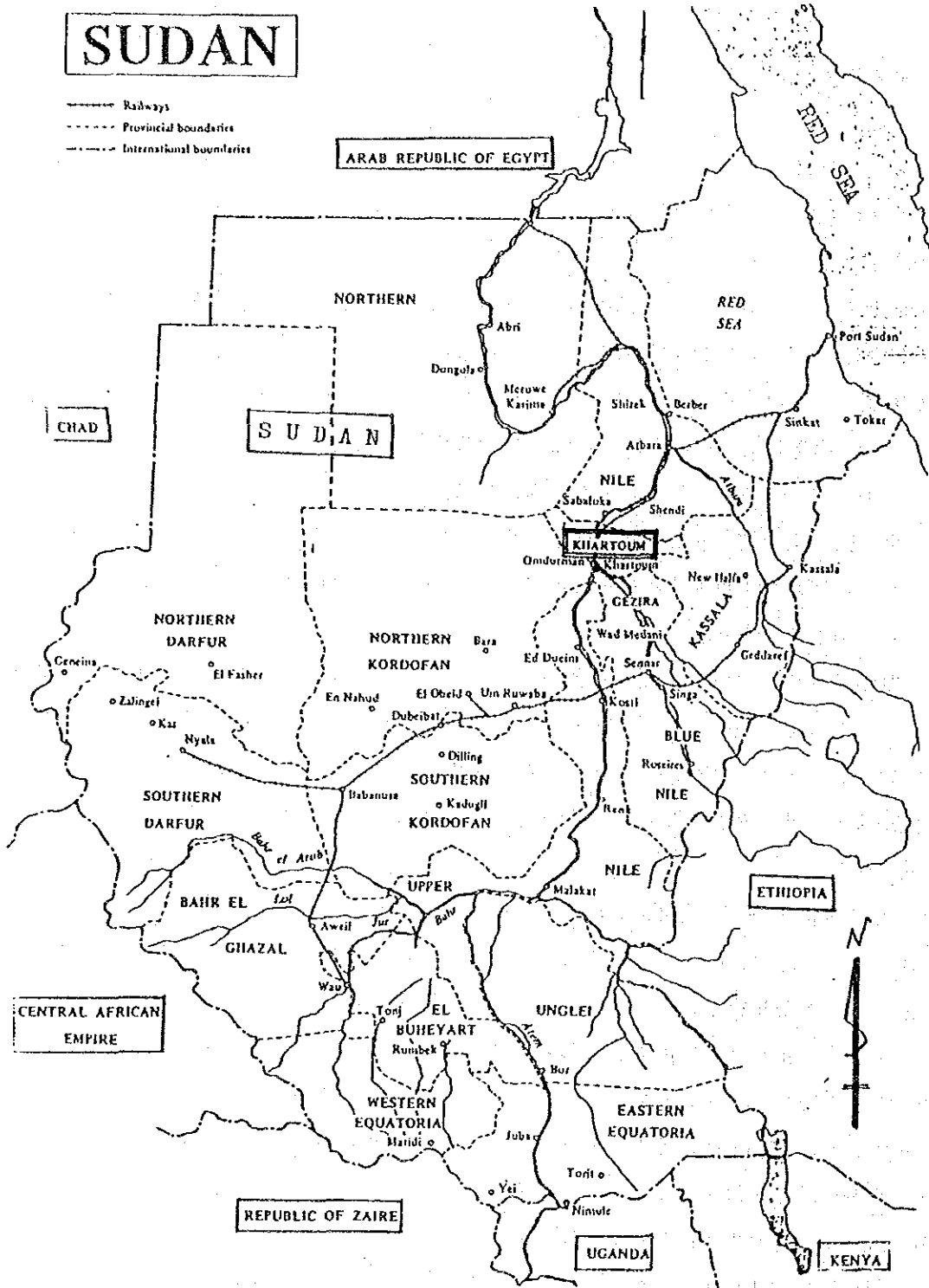


図 2.1.1 スーダン国全図

- 5月25日、ニメイリ中佐（当時）は陸軍中堅将校とともに無血クーデターを起こし、憲法、議会を停止するとともに政府要人及び軍関係者を逮捕し、同中佐（当時）ら10名からなる革命評議会を組織し、国名を従来のスーダン共和国からスーダン民主共和国に改称した。
- (5) 1985年4月6日、国民蜂起により16年の長きにわたったニメイリ政権が打倒され、その後1年間政権を担当したダバブ暫定軍事評議会は、その公約どおり、1986年4月、民政移管のための総選挙を実施した。その結果、第1党となったウンマ党の党首サーディク・アル・マハディが5月6日首相に指名され、第2党の民主統一党、及び南部諸政党との間で連立内閣を形成した。なお、国名は、暫定軍事評議会により再びスーダン共和国に改称された。
- (6) 新政権はニメイリ前政権の痕跡排除、南部問題及び対外債務を含む経済再建等の難題に取り組んできたが、マハディ首相は、1987年5月13日、閣内の不調和による対内・外政策の行き詰まりを理由に、内閣総辞職（首相を除く）を要求、5月19日、主権評議会の承認を得て、組閣を開始し、6月3日、第2次マハディ内閣が発足した。
- (7) 独立以来、最大の国内問題であった北部のアラブ系住民と南部の黒人系住民の対立は、エチオピアのハイレシェラシェ皇帝の仲介により両者間で1972年に和解が成立した。しかし、ニメイリ政権が、1983年9月にシャリーア刑法を導入したことにより黒人系住民の不満が再燃し、現在も南部において内戦が続いている。（シャリーア刑法：イスラム教／コーランをベースとした刑法）
- (8) アフリカでも国民所得の低い国の一つで、今後の経済開発が大きな課題になっている。主要産業は農業で、人口の75％が従事している。近年、南部で石油が発見されているが、南部の内戦等により、その開発は中断されている。

[3] 歴史

今日のスーダン北部はヌビアと呼ばれ、古代エジプト王国の支配下にあった。BC8世紀ごろにはクシェ王国が栄え、ナバタ、メロエなどを都として、しばしばエジプト人と争った。一時はエジプト、シリアをもその支配下においたクシェ王国も、AD23年ごろには滅び、その後、幾つかの王朝が興亡した。350年ごろからキリスト教（コプト教）の王国が成立し、13世紀ごろまで続いた。この間、エジプトはすでにイスラム化しており、アラブ人の進出はスーダンにも及んだ。北部を中心に幾つかのイスラム勢力が互いに覇を争ったが、1820年ごろからエジプトのムハメド・アリ朝の侵入が始まり、1874年にはエジプトに併合された。エジプトの支配に抵抗して、1881年、マハディーの乱が起こり、1883年にはスーダン全土の支配権を得た。しかし、エジプトをその勢力下に入れたイギリスはこれを破り、1898年にはスーダンをエジプト、イギリス共同統治下においた。第2次世界大戦後エジプトの独立に伴い、

1954年には自治政府が成立、1956年に正式に独立した。その後、何度か政変、対立が繰り返され、1969年にニメイリ政権が成立したが、この16年の長きにわたった独裁政権は、1985年4月6日、国民蜂起により打倒され、軍事評議会による1年間の暫定政権の後、マハディ政権が民政移管の総選挙の結果、成立した。その後、マハディ内閣は、1987年5月19日、前述の理由により総辞職（首相を除く）、6月、第2次マハディ内閣が発足し、現在に至っている。

〔4〕 外交政策

現政権はニメイリ時代と同じく、スーダンの置かれている地理的重要性を踏まえ、「アラブとアフリカのかけ橋」を外交スローガンとし、アラブ連盟、アフリカ統一機構（OAU）、非同盟運動を中心に外交を進めている。

また、善隣友好主義を強調し、ニメイリ政権後半に関係が疎遠になったリビア、エチオピア等との関係修復も図っている。隣国エジプトとの間には歴史的、社会的つながりを持っており1982年10月には政治、経済、軍事、外交、社会の全般にわたる両国統合を内容とするスーダン・エジプト統合憲章が締結された。しかし、マハディ首相は「統合」計画はニメイリによるものと非難する世論に応え、1987年2月、エジプトを訪問し、同計画に代る「同胞憲章」を締結し、ニメイリ色を一掃し、対等の同胞としての協力関係構築の基礎を定めた。

従来親西欧、親アラブ穏健派路線も継続され、西側諸国及び湾岸諸国から多額の援助を受けている一方、米ソ超大国に対しては、いずれにも偏しない等距離外交を謳いつつ、東欧諸国との友好関係保持にも努めている。

〔1〕 日本・スーダン関係

〔a〕 日本・スーダン関係全般

両国外交関係の樹立は1956年にさかのぼるが、主として経済協力を中心とする関係が続いており、政治的には日本とは距離の遠い国といわざるを得なかった。しかし、近年、スーダンの地理的重要性が認識されるようになり、スーダンは日本にとってアジア諸国を除いた中ではトップの無償援助受入国になった。また、これに伴い人物交流も活発化しており、1983年7月に日本側から外務政務次官がスーダンを訪問しており、スーダン側からは非公式訪問も含め、1982年5月に大蔵大臣、1983年11月に農業大臣、12月には外交政策担当大統領補佐官、1985年2月に情報大臣、3月に農業大臣、また1987年に入っては4月に産業大臣等が日本を訪れている。

〔5〕 スーダンに関する基礎データ等（1983年データ）

1. 国名

スーダン共和国（the Republic of the Sudan）

2. 首都

カルツーム (Khartoum) (人口160万人)

3. 独立

1956年1月1日 (英国、エジプトの共同統治より)

4. 人口

2,160万人 (1983年推定)

5. 民族

アラブ系 (75%)、ニグロ系 (25%)

6. 宗教

イスラム教 (スンニー派)、アニミズム (精霊崇拜)、キリスト教

7. 言語

アラビア語 (都市部での英語の通用度高い)

8. 面積

2,505,813 km²

9. 気候

北部は高温乾燥、南部は高温多湿

10. 時差

日本との時差 - 7時間 (スーダン時間12時が、日本時間19時)

11. 経済

国民総生産 7,350百万ドル (1985年推計)

1人当たりGNP 330ドル (1985年推計)

通貨単位 スーダンポンド (1ポンド = 100ピアスタ)

主要産業 農業

輸出総額 497百万ドル (1985/86年)

輸入総額 1,055百万ドル (1985/86年)

2-2 経済動向と経済政策

(1) 全般

スーダン経済は1984~1986年にわたる旱魃の影響を受けた農業生産が徐々に回復しているものの、100億ドルに達する対外債務、近隣諸国からの難民流入、年率3%を越す人口増加など多くの困難を抱えており、その経済環境は近年一層厳しさを増している。また、インフラストラクチャーの未整備、原材料・燃料・電力の慢性的不足、労働力の海外流出等は国内経済開発を進めるうえの大きな障害となっている。

政府は経済開発政策に関し、現下の経済困難を解消するため1984年10月作成された第3次経済開発総合計画(Prospects, Programmes and Policies for Economic Development - III)を事実上放棄し、1987/88年度から1990/91年度を対象とした4カ年経済復興計画を策定中である。同計画は主な目標を実質GNP年5%増による経済成長と社会的公正の実現に置いている。

1985/86年度の輸出は綿花輸出が大幅に減少したため前年を16%近く下回り5.0億ドルとなった。輸出品ではゴマ、落花生、アラビアゴムなどの輸出金額は軒並み減少したが、家畜類は大幅に増加した。輸入は政府の厳しい外貨割当などにより石油製品、機械機器を中心に減少し、前年度よりも6%近く落ち込んで11.0億ドルとなった。貿易外収支は海外出稼ぎ者からの送金が減少したため前年度に引き続き2.8億ドルの赤字で、経常収支の赤字も前年度の24%増の8.4億ドルの赤字となった。

(2) 日本・スーダン経済関係

(a) 日本・スーダン貿易関係

1985年の日本の対スーダン貿易は1974年以降継続した我が国の出超から一転して9.0百万ドルの入超となった。これは我が国からの輸出が輸送用機械等を中心に前年に引き続き減少したことによる。

1984年の我が国からの輸出総額は39.9百万ドルで、主な品目は輸送用機械、一般機械、金属製品等である。また、我が国の輸入総額は48.9百万ドルで、主な品目は綿花、アラビアゴム、ゴマ等である。

2-3 経済開発計画

スーダンの開発計画の歴史は苦難の歴史であるといつて過言ではない。その経緯の概略は、以下のとおりである。

(1) 10カ年計画(1960/61年-1969/70年)

1962年に発表されたこの計画が最初の本格的開発計画である。期間前半は投資も好調であったが、後半に悪化し、所期の目標は達成し得ないまま1967年に打ち切られた。

(2) 5カ年計画(1970/71年-1974/75年)

1969年に誕生したニメイリ政権が初めて策定したこの計画は、GDP伸び率8.1%を目標に総投資額370百万スーダンポンドを掲げた。期間中、1972年には内戦終結という良因もあったものの、石油価格急騰や世界的インフレーションに見舞われて見通しが狂い、1974年には2年間の期間延長と内容修正を余儀なくされた。実質GDPは年4~5%の伸びにとどまり、一方で対外債務累積やインフレーションの芽を育む結果になった。

(3) “アラブのパン籠” 25カ年計画

1970年代中葉に華々しく登場するのが、この有名な“アラブのパン籠”計画である。これはスーダンの未開発の農業ポテンシャルに着目し、アラブ世界の食糧供給基地としてスーダンを位置づけようとするもので、アラブの資金、スーダンの国土と資源、西洋の技術を結合した農業開発（投資総額50億ドル）を目指した。計画は第1期（1985年までの10カ年）と第2期（2000年までの15カ年）に分けられ、第1期に100のプロジェクトを実施する予定で、Arab Fund for Economic and Social Development によるフィージビリティスタディが行われた。計画推進の中心となるべく Arab Authority for Agricultural Investment and Development (AAAID) もカルツームに設立されたが、業務が軌道に乗らず、現在までに日の目を見たプロジェクトは数えるほどしかない。このためAAAID傘下の7会社の蒙った損失は1985年に8,000万ドルにのぼったといわれている。

(4) 6カ年開発計画（1977/78年—1982/83年）

これは上記の“アラブのパン籠”計画とリンクさせたスーダン独自の国家開発計画であり、1994/95年までの18カ年長期計画（The Perspective Plan 1977/78年—1994/95年）の第1段階をなすものである。計画では総額26.7億スーダンポンドの投資（うち公共投資15.7億スーダンポンド）を行い、6年間のGDP伸び率を年平均7.5%（農業6.5%、工業9.5%）にしようとするものである。しかし、もともと非現実的な前提に立っていたうえにスタート直後に国際収支が悪化し、1978年にはIMFによる緊縮財政計画を受け入れざるを得なくなったため、計画はわずか1年にして実質的には廃棄されることとなった（公式には1982年に1984/85年度まで2年間延長されている）。

(5) 第3次投資3カ年計画（1982/83年—1984/85年）

上記6カ年計画を2年間延長し、新たに3カ年の投資計画を策定したものがこれである。投資総額は18.73億スーダンポンド、そのうちの29.2%が運輸通信部門に、28.0%が農業部門に振り向けられて、インフラストラクチャー整備と農産物輸出振興の意図が明確になっている。6カ年計画中のGDP成長率が平均3%であったのに対し、目標は4%と低めに設定されており、過去の諸計画に比べれば現実的になったといえるが、必要資金の60%を外貨に頼り、不確定要素が依然として強い。この計画も早魃や政権交代が重なって中断された状態になっている。

2-4 援助動向

(1) 諸外国の経済技術協力

伝統的に援助額が大きいのは西ドイツ、イギリス（旧宗主国）、オランダ、アメリカといった国であるが、中でもアメリカの額は1982年以降急激に増えた。全体をみると1983年にい

ったん大きく伸びたあと、1984年にはその3分の2のレベルに戻ったことが目を引く。早魃救済のための緊急援助が集中したためと思われる。また、OPEC諸国からの援助額が大きいのが特徴であるが、1984年には急減している(表2.4.1)。

最近、二国間 ODA の圧倒的シェア(40%、1984年)を占めているアメリカは、援助はスーダンの民主制を存続させるための支援というとらえ方をしている。しかし、慢性的な国際収支の赤字に悩むアメリカにとっては援助を増やしたくてもできないというのが実情である。一方、受入れ側のスーダンに対する見方も厳しいものがあり、スーダンが問題の解決に自ら立ち向かわない限り援助は無駄であり、したがってアメリカも金は出さないという考えが強くなっている。スーダン側の問題として指摘されたのは、公共部門のマネージメントが極めて弱体なことで、このため外国援助プログラムが数多く展開されながら満足な成果が上がらない現状である。

表 2.4.1 DAC 諸国の対スーダン援助

(単位：百万ドル)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
ODA 計 (支払ベース)	372.8	575.0	837.0	687.6	761.6	969.6	629.7
二 国 間							
フランス	—	12	7.7	14.0	14.0	19.6	7.6
西ドイツ	38.2	41.5	206.0	71.4	56.8	67.8	51.0
イタリア	0.5	1.1	0.2	1.9	15.4	26.9	11.3
日 本	23.2	21.5	10.9	7.6	9.9	25.5	28.8
オランダ	31.8	19.5	48.5	34.8	26.3	34.4	28.0
イギリス	13.6	29.5	50.8	66.2	68.7	48.8	36.4
アメリカ	11.0	24.0	60.0	64.0	131.0	158.0	122.0
多 国 間	132.4	129.0	194.0	224.0	224.5	169.1	198.5
OPEC諸国	100.3	285.5	222.0	165.7	176.4	361.0	117.6
民間資金計 (純額ベース)	155.1	11.9	-28.7	-43.8	6.5	58.0	-3.5
直接投資	6.0	-2.7	7.9	19.3	16.8	6.3	2.6

出所：OECD, Geographical Distribution of Financial Flows to Developing Countries, 1977/1980 及び 1981/1984.

(2) 国際機関の経済技術援助

金額で大きいのは IDA, UNDP, UNHCR それに WFP である。早魃とともに UNHCR の額が伸びた一方、1970年代には15%前後を推移していた OPEC 諸機関の額が1983年以降急減し

た。

IDA の資金は伝統的にゲジラなどの大規模灌漑施設開発に向けられている。1958年に開始されたゲジラ地区開発は大きな成功であったといえるが、最近では施設の老朽化とともに運営機関（綿花公社）の機構制度上の問題が目立つようになり、この面での改革プロジェクトが着手された。運輸部門では、道路建設、ポートスーダン港整備、鉄道整備が主要なものである。全国総合交通計画にあたるような全体的計画の策定はなされていない。

(※) IDA : International Development Association 国際開発協会(第二世銀)

UNDP : United Nations Development Programme 国連開発計画

UNHCR : Office of the United Nations High Commissioner for Refugees
国連難民高等弁務官事務所

WFP : World Food Program 世界食糧会議

(3) 日本の経済技術協力

スーダンの抱える累積債務が大きいいため円借款は1982年度を最後に差し控えられている。一方、無償資金協力の額は大きく、スーダンはアジア地域以外では最大の無償資金協力受入国である。実績を表 2.4.2 に示す。我が国の ODAシェア（支払ベース、1984年）は DAC 諸国の二国間援助総額の 9.2%（4位）であり、中位に位置している。

スーダンに流入した難民の救援のために日本の民間団体が UNHCR に寄付した金額は1986年1月30日現在で 247万ドルを超える。しかし、前述のようにスーダン国内で活動している日本の救援団体はない。

表 2.4.2 我が国の対スーダン経済技術協力実績

(単位:億円)

	円 借 款	無 償 資 金 協 力	技 術 協 力
80年度までの累計	80.00億円 道路建設計画 (76年度 30.00) 国鉄輸送力強化計画 (77年度 20.00) 水道機材供与計画 (77年度 30.00)	47.06億円 食糧援助 (75年度 1.54) ガサバ地区パイロット農場建設計画 (77年度 5.0) 栄養改善計画 (78年度 4.0) 災害援助 (78年度 2.0) 食糧増産援助 (78年度 4.0) ガサバ地区パイロット農場拡充計画 (79年度 10.0) 漁業振興計画 (79年度 2.0) 食糧増産援助 (79年度 5.0) 栄養改善計画 (79年度 1.0) 債務救済 (79年度 0.52) 青ナイル川流域感染症予防対策計画 (80年度 4.0) 食糧増産援助 (80年度 8.0)	12.47億円 研修員受入 272人 調査団派遣 115人 専門家派遣 19人 機材供与 945.4百万円 開発調査 8件
81年度	なし	36.20億円 給水・電力事情改善計画 (4.00) 青ナイル川流域感染症予防対策計画 (4.00) 社会福祉計画 (4.00) 漁業水域開発計画 (5.00) 食糧増産援助 (8.00) 社会開発計画 (2.90) ガサバ地区パイロット農場拡充計画 (1.50) 食糧援助 (7.70)	2.42億円 研修員受入 29人 調査団派遣 7人 専門家派遣 3人 機材供与 20.46百万円 開発調査 1件
82年度	商品借款 25.00億円	50.07億円 食糧援助 (7.53) 食糧増産援助 (10.00) ハルツーム大学付属病院建設計画(第1期) (15.80) 給水改善計画 (6.00) 社会福祉計画 (2.00) 債務救済 (3.99) ソバ大学病院改善計画 (2.75) 社会開発計画 (2.00)	2.26億円 研修員受入 29人 調査団派遣 16人 専門家派遣 2人 機材供与 1.87百万円 開発調査 0件
83年度	なし	56.90億円 ハルツーム大学付属病院建設計画(第1期) (14.90) 給水改善計画 (14.70) 青ナイル川流域感染症予防対策計画 (6.00) 食糧援助 (5.80) 食糧増産援助 (11.00) ゲジラ大学繊維学科改善計画 (4.00) ハルツーム大学印刷製本機材 (0.50)	2.13億円 研修員受入 26人 調査団派遣 6人 専門家派遣 21人 機材供与 305.2百万円 開発調査 0件
84年度	なし	66.07億円 地方ラジオ放送網拡張計画 (19.51) 食糧援助 (3.11) 食糧増産援助 (15.00) 食糧援助(追加) (4.00) ゲジラ大学食品加工学科改善計画 (7.00) 北部農業道路整備計画 (6.88) 難民用食糧輸送増強計画 (2.12) 栄養改善計画(魚缶詰) (3.00) 難民救済のための緊急援助 (5.00) スポーツ最高評議会体育機材 (0.45)	2.57億円 研修員受入 40人 調査団派遣 22人 専門家派遣 1人 機材供与 3.31百万円 開発調査 0件
84年度累計	105.00億円	258.20億円	21.85億円 研修員受入 392人 調査団派遣 182人 専門家派遣 31人 機材供与 1506.8百万円 開発調査 8件
85年度	なし	64.35億円 ゲジラ通信網整備計画 (5.07) 青ナイル川流域感染症対策計画 (5.43) 食糧増産援助 (15.00) 首都圏衛生改善計画 (17.49) カッサラ地方水供給計画 (9.36) 食糧援助(米国産小麦) (12.00)	集計中 研修員受入 26人 調査団派遣 14人 専門家派遣 2人 機材供与 集計中 開発調査 0件

注:円借款、無償は交換公文ベース、技協はJICAベース。

出所:外務省経済協力局「わが国の政府開発援助 国別実績 1985」。

第3章 カルツーム市の概況と交通計画

3-1 カルツーム市の概況

スーダン国の首都カルツーム市は北緯15度36分、東経32度33分、海拔380mでスーダン国の中央部やや紅海寄りの白ナイル川と青ナイル川の合流点にあり、カルツーム州の特別県の県都でもある。

カルツーム市の人口(昼間人口)は270万人、夜間は50%減と見込まれている(1983年国勢調査による)。しかし、近年、エチオピア等の周辺国あるいは、カルツーム周辺地域から市への人口流入により、人口は急増しており、その伸び率は年率10%以上といわれている。

カルツーム市は、図3.1.1に示すように、白ナイル川、青ナイル川により三つの大きな地区に別れている。すなわち旧市街地でもあり最も人口の多いOmdurman地区、官庁、大使館等があり政治・経済の中心であるKhartoum地区、工業の中心地であるKhartoum-North地区、により構成されている。

したがって、これらの3地区を結ぶ交通基盤の確保は、カルツーム市の経済活動にとって欠かせないものになっている。

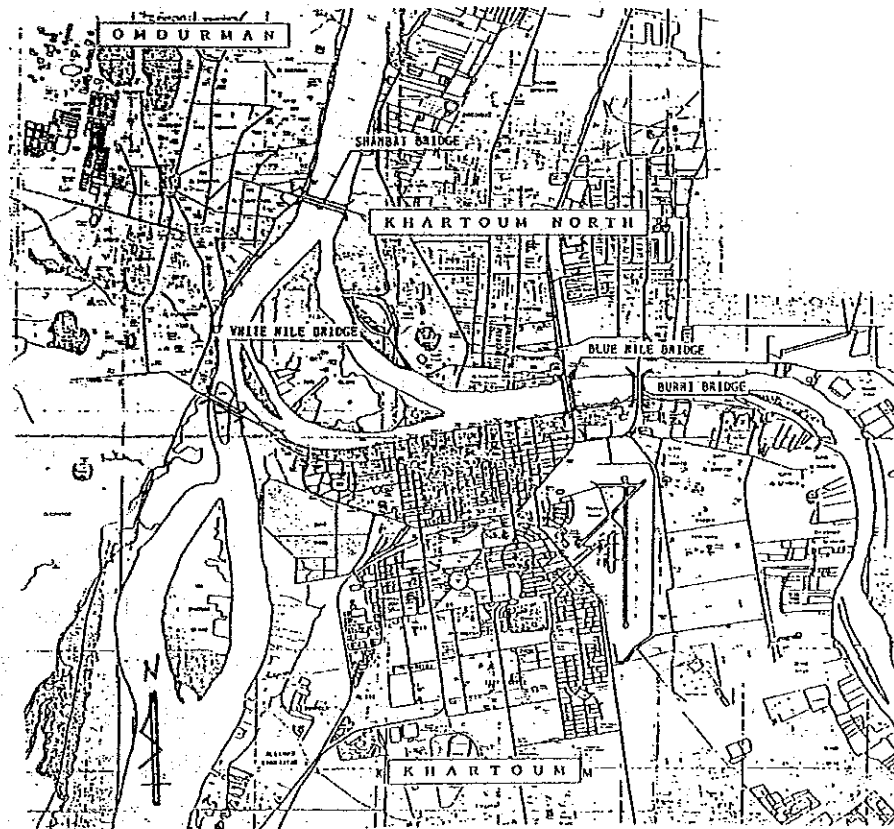


図3.1.1 カルツーム市地区

3-2 交通の現況

(1) スーダン国の交通の現況

スーダンの主要都市は首都Khartoum, Port Sudan, Helfa, Albara, Kassala等であり、全人口の約2割程度が都市部に住んでいる。これらの主要な都市を結ぶ交通網は図3.2.1のとおりであり、主としてスーダン国の地理的形態から南北に走るネットワークとなっている。

鉄道については主要幹線が約5,500kmあるが、国内輸送体系の中で占める役割は低く、わずかに貨物輸送にその役割が認められるが、大半は道路輸送体系に依存している。

(2) カルツーム市の交通事情

気温が日中47℃まで上がるというこの国の生活パターンは官庁の就業時間AM7:30~PM2:30で示される。昼食はこの後であり、夕方6:00ごろより店が買物客のために再び開く、したがって、ラッシュアワーは、といっても本市内では道路しかないが、朝7時ごろと昼過ぎの2時ごろとなる。この頃の状態は非常に厳しいものである。すなわち、バスは超満員でドア等にまでぶら下がっており、中型トラックの荷台に格子と屋根を設け、屋根だけでも30人程度の人が手すりにつかまって走っている。ターミナルらしきところでは人々がいっぱい溢れており、いつ乗れるかもわからない状況である。また、道端では小型トラック(TOYOTAが目につく)等に乘せてもらおうと立ちんぼうをしている。そのほか、相当の距離を歩いて市内を移動している人の姿を多く見かけた。

一方、車そのものも使用できる限界まで使っており、へこみ、塗装がひどいものも多く、タクシーでさえも窓ガラスがないものがある。もちろん車の型も相当古い。なお、車は日本車が圧倒的である。

次に道路の状況であるが、幹線道路と市内中心部の道路は全幅15~25mと相当広いが、幅7mの対面2車分のみアスファルトが敷かれているほかは赤茶色の土のままであり、あちらこちらがわだち等でえぐられており、さらに今回の豪雨と洪水で市中が水につき排水孔が見あらず、水がひいた後も軽い雨が降ると、あちらこちらに水たまりができて、これも交通事情をひどく悪化させている。この点については大洪水がなくても雨期には頻繁にこのような状況になるのではないかと思われた。

交通事情を悪化させるもう二つの原因は交差点処理と、ナイル川による分断である。前者は、英国流のロータリー形式で無信号となっていることから、一定以上の交通量となるとかえって渋滞を誘起する結果となっていた。後者については3川に分断された3地区を結ぶ橋梁の交通容量が少ないことであった。特にOmdurman地区(以下O-地区と呼ぶ)とKhartoum地区(以下K-地区と呼ぶ)を結ぶ現白ナイル橋は4車線ではあるものの、外側2車線は後から取り付けたものであり構造耐力上、軽車両しか走れず、かつ朝夕のラッシュアワーは朝はオムドルマン→カルツーム方向3車線、カルツーム→オムドルマン方向1車

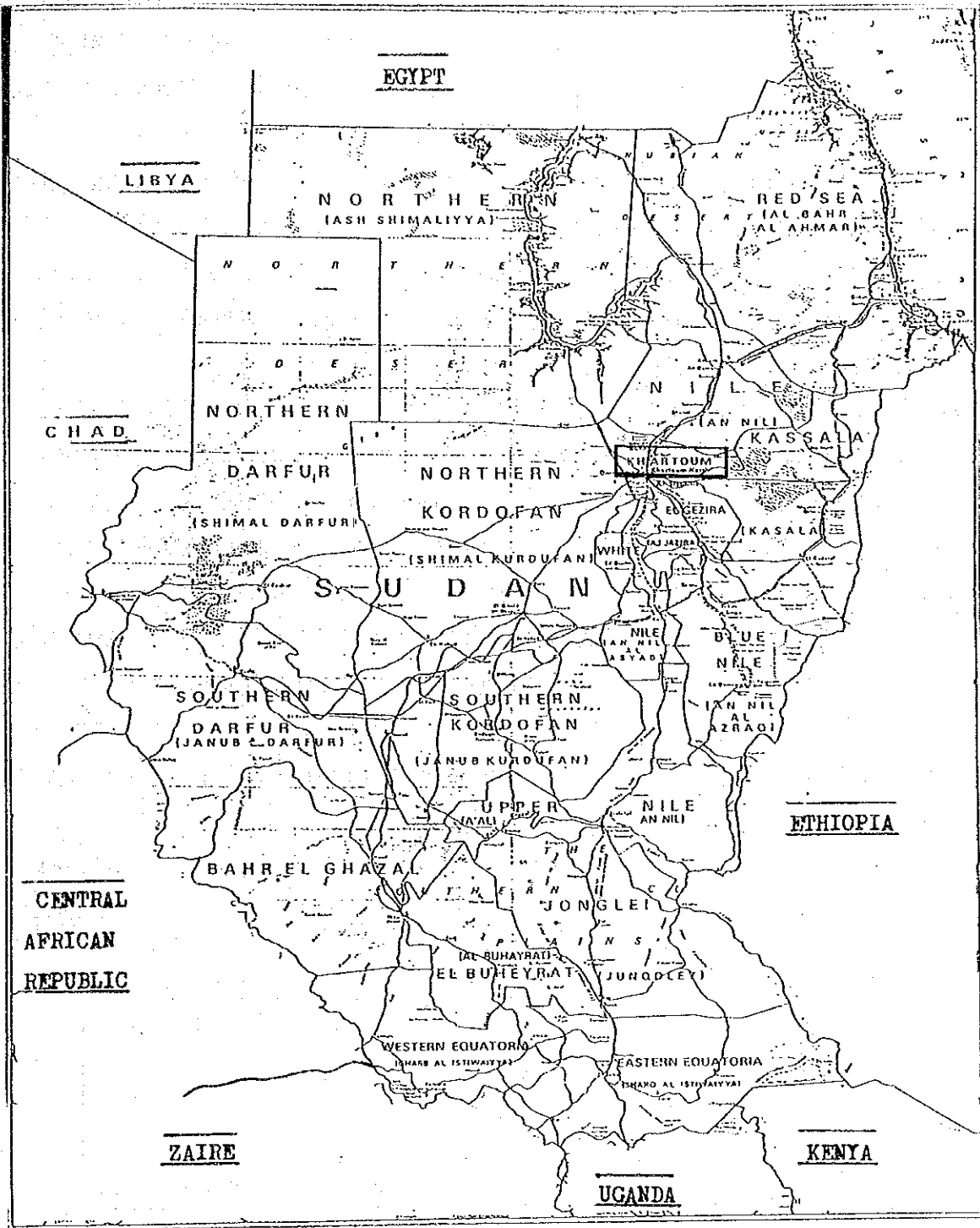


図 3.2.1 スーダン交通網図

線、逆に夕方はオムドルマン→カルツーム方向1車線、カルツーム→オムドルマン方向3車線の変則的な交通規制が実施されるくらい混雑している。残念ながら我々の訪れた期間は洪水のため市中心部へ通勤できる者が相当減り、さほどの混雑は見られなかったが、それでも「1車線」方向についてはバス等の大型車が20台ほどO-地区で待ち行列をしている状況であった。

以上、本市の道路交通事情を述べたが、輸送力の不足は国家行政及び市民生活上、大問題となっている。鉄道等マストラへの移行が本来効率的ではあろうが、そのような大きな初期投資と管理費を費やす方式は、現在はこの国にとってやや無理があると直感される。したがって自動車交通の着実な伸びからみると、今後の市中の慢性的渋滞は必至とみられ、長期・短期の両面にわたる整備計画の実施が待ち望まれる。

(3) カルツーム市の土地利用の状況

本市は、河川により3地区に分断されている。3地区の人口は表3.2.1のとおりである。図3.2.2に土地利用状況を示す。O-地区は旧市街地であり住宅地区であるのに対し、K-地区は官庁、商業地区等の市中心部(CBD)を擁し、Khartoum-North地区(以下K-N地区と呼ぶ)は鉄道沿いに3地区の中でも最も大きい工場地帯を有している。

K地区についてもう少し詳しく述べると、CBDが北は青ナイル川から南は鉄道駅南方約1kmの間にあり、それがO-地区からの流入口となっている既存白ナイル橋にたまたま近いところに位置していることが新橋建設位置と密接に関連している。K-地区の南は住居地区であり、東は空港とその外側に低層住居地域、西は白ナイル川の遊水池となる低湿地帯と、鉄道に沿った部分に一部工場地区がある。

以上のとおり、O-地区、K-地区が本市の顔であり、Port-Sudanからの鉄道に乗せる

表 3.2.1 Khartoum市地区別人口

地 区 名	人 口 (1983年)
Khartoum	592 千人
Khartoum-North	447
Omdurman	536
計	1,572 (ただし昼間人口は2,700千人といわれている)

表 3.2.2 市の道路予算の建設趣

	金 額	備 考
道路建設予算	64 百万 £S/年	
道路建設費用	0.6 百万 £S/km	7 m幅のAs舗装

青ナイル橋がまず建設され、その次に1925年、白ナイル橋が架けられた必然性がうかがわれる。

(4) 道路現況と問題

図 3. 2. 3 に市の道路網を示す。環状と放射線の骨格と縦横の細街路とで構成されている。しかし、どの道路も完成されたものとはいえ、せいぜい7 mの幅しか舗装されていないということはすでに(2)で述べた。ただし、道路の幅員はどの道路も4車線を確保できるようなスペースを有していた。

図 3. 2. 4 に全体計画の中核となる Belt-Way を含む Feeder-Road の建設中の区間を示す。Belt-Way 完成断面を図 3. 2. 5 に示すが、当面は2車×「往復」を施工する予定であり、全線の完成予定は明確でないということであった。これについて市の予算及び道路建設費を直接聞いたところ表 3. 2. 2 のような返答があり、自力での新橋梁建設には予算上相当苦しいことが推察された。アプローチ部の建設についても、スーダン国独自の建設は予算上、苦しいという返答であった。道路建設ばかりに限らないが、財政の逼迫が大きく影響を及ぼしている。

(5) 交通現況と問題

一般に交通渋滞は本市、とくにK-地区 CBD 及び橋梁周辺に慢性的であるようである。この原因は(2)ですでに述べたとおりナイル川による市街地の分断、橋梁の数の少なさ、市街地道路の舗装未整備、交差点処理方式等があげられる。基本的にCBDでは2車線しか使われない状況にあることから、図 3. 2. 6 に示すように一方通行の規制がなされている。

表 3. 2. 3 に自動車の登録台数の伸びの状況を示すが、乗用車の伸びが目立つとともに、全体でここ10年で約3倍となっている。図 3. 2. 7、図 3. 2. 8 に1982年OD調査「Khartoum Traffic Management and Public Transport Study」による車あるいは人の動きを示す。なお、車の乗用車あるいは輸送人数への換算率は表 3. 2. 4、表 3. 2. 5 に示すとおりである。

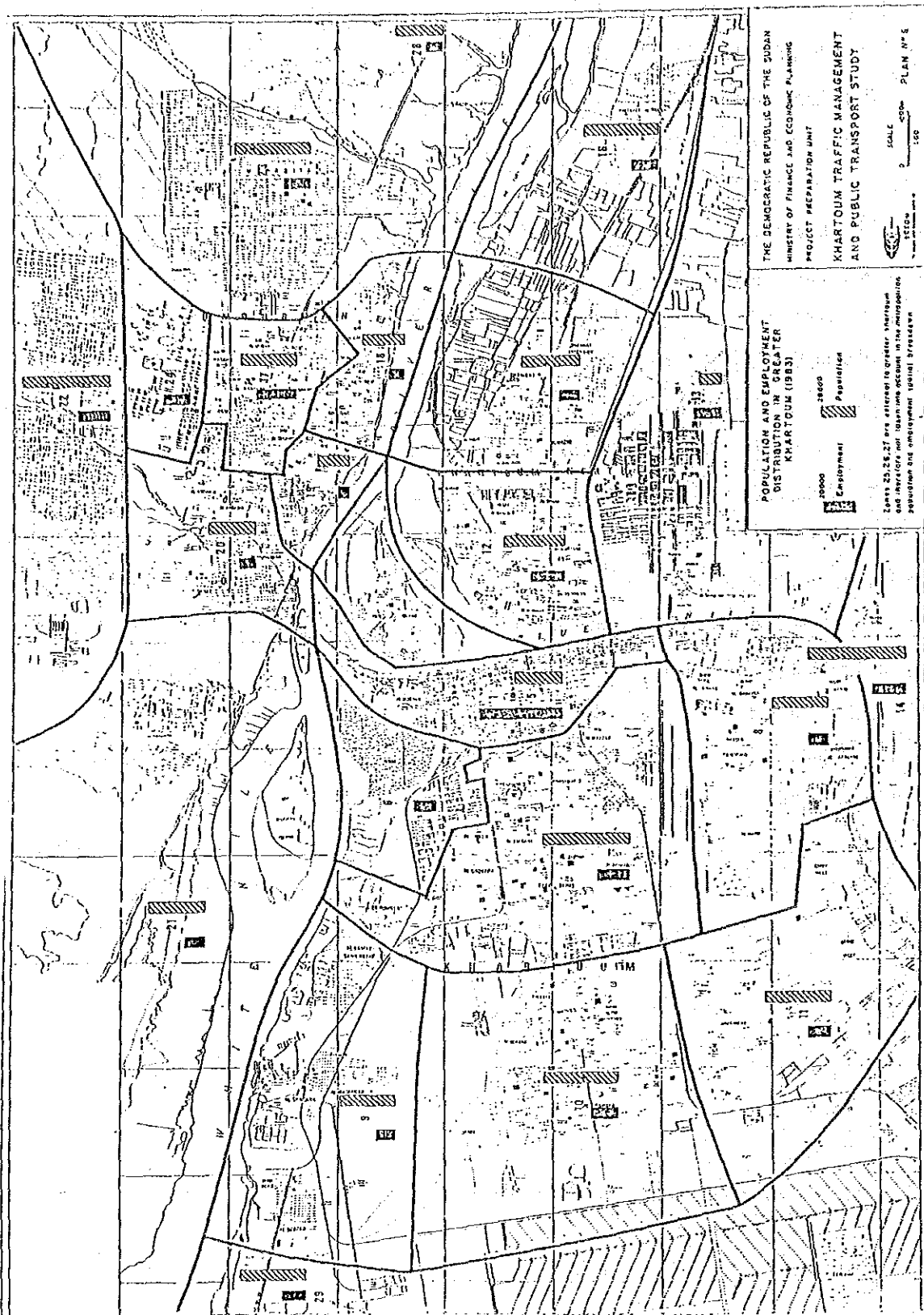


图 3.2.2 土地利用状况图 (人口分布ほか)

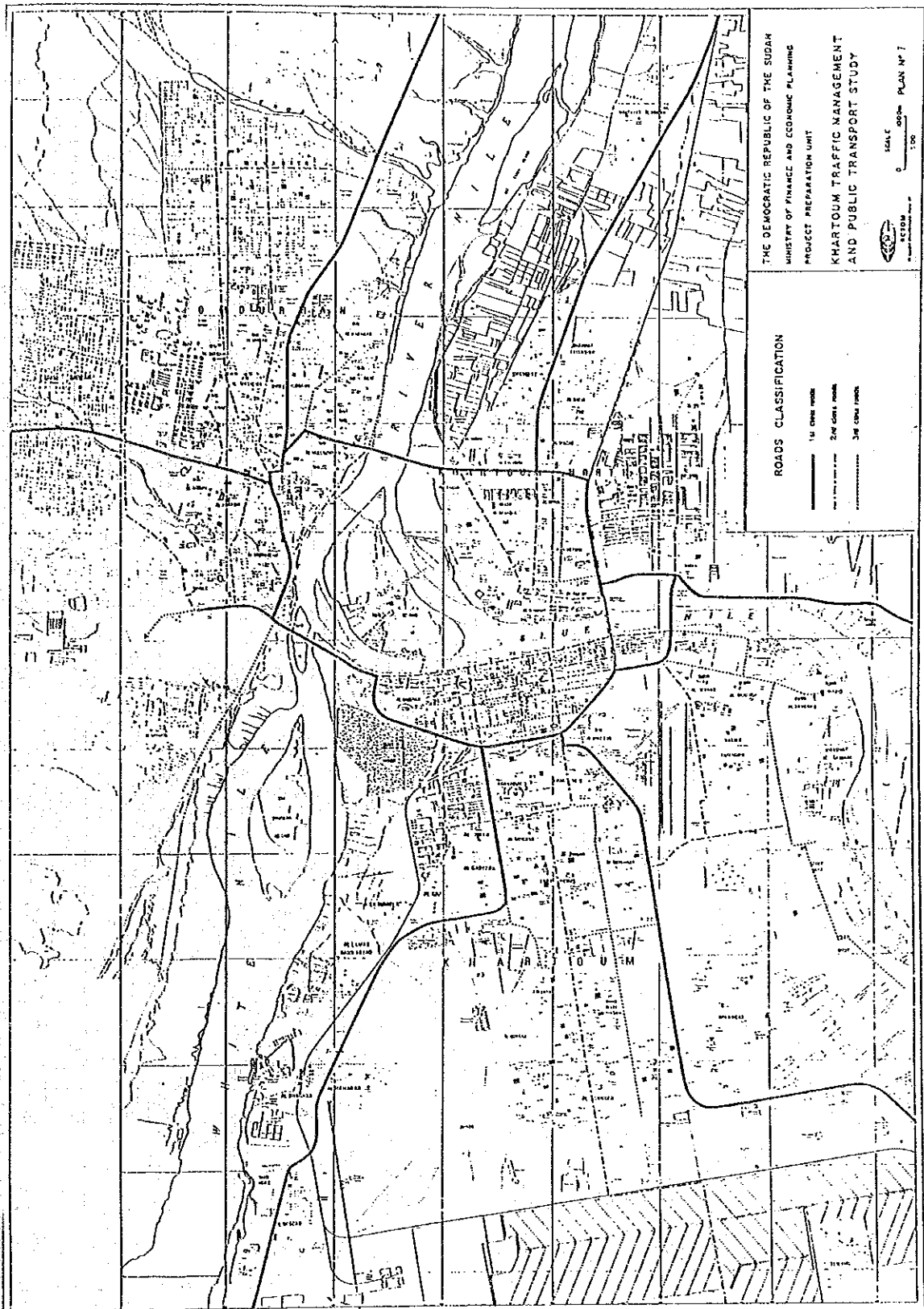


図 3.2.3 カルツーム市道路網図

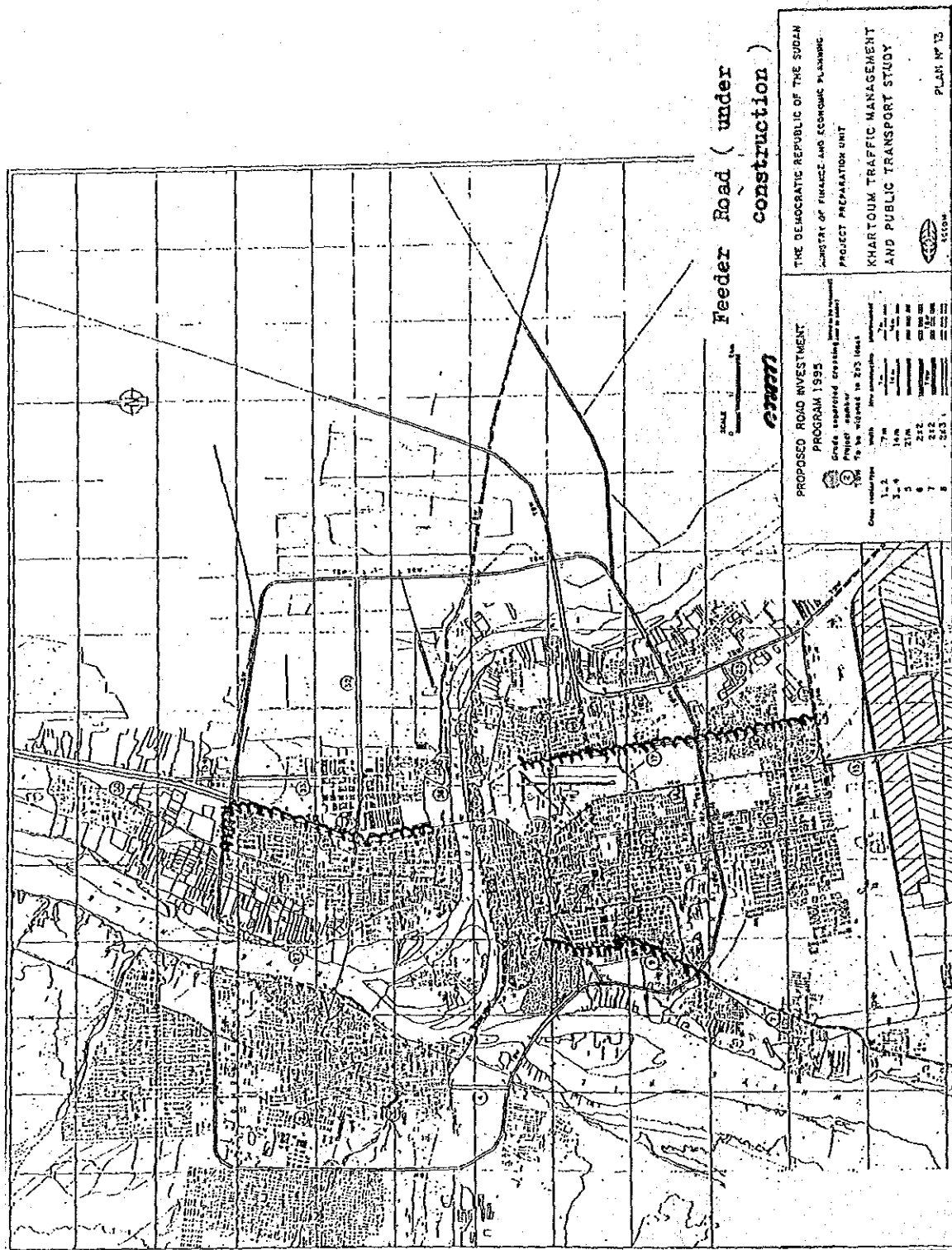
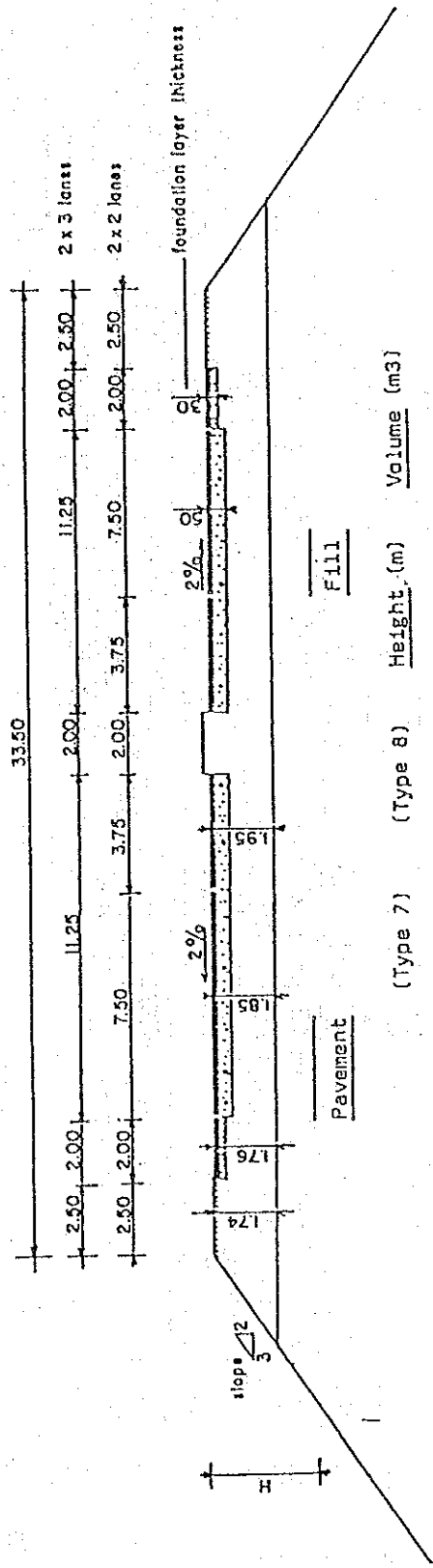


図 3.2.4 フィーダーロード建設中区間



(Type 7) (Type 8) Height (m) Volume (m³)

Layer	Width (m)	Height (m)	Volume (m ³)
Foundation layer (Thickness)	1.74	0.10	54.10
Bituminous concrete	1.76	0.10	94.40
Foundation layer (Thickness)	1.76	0.10	137.70
Bituminous concrete	1.80	0.10	184.00
Foundation layer (Thickness)	1.80	0.10	233.30
Bituminous concrete	1.80	0.10	285.60
Foundation layer (Thickness)	1.80	0.10	460.30

Bituminous concrete : 19 m³
 Foundation layer : 12.50 m³

- STANDARD CROSS SECTION FOR THE BELTWAY

図 3.2.5 ベルトウェイ標準横断面図 (完成時)

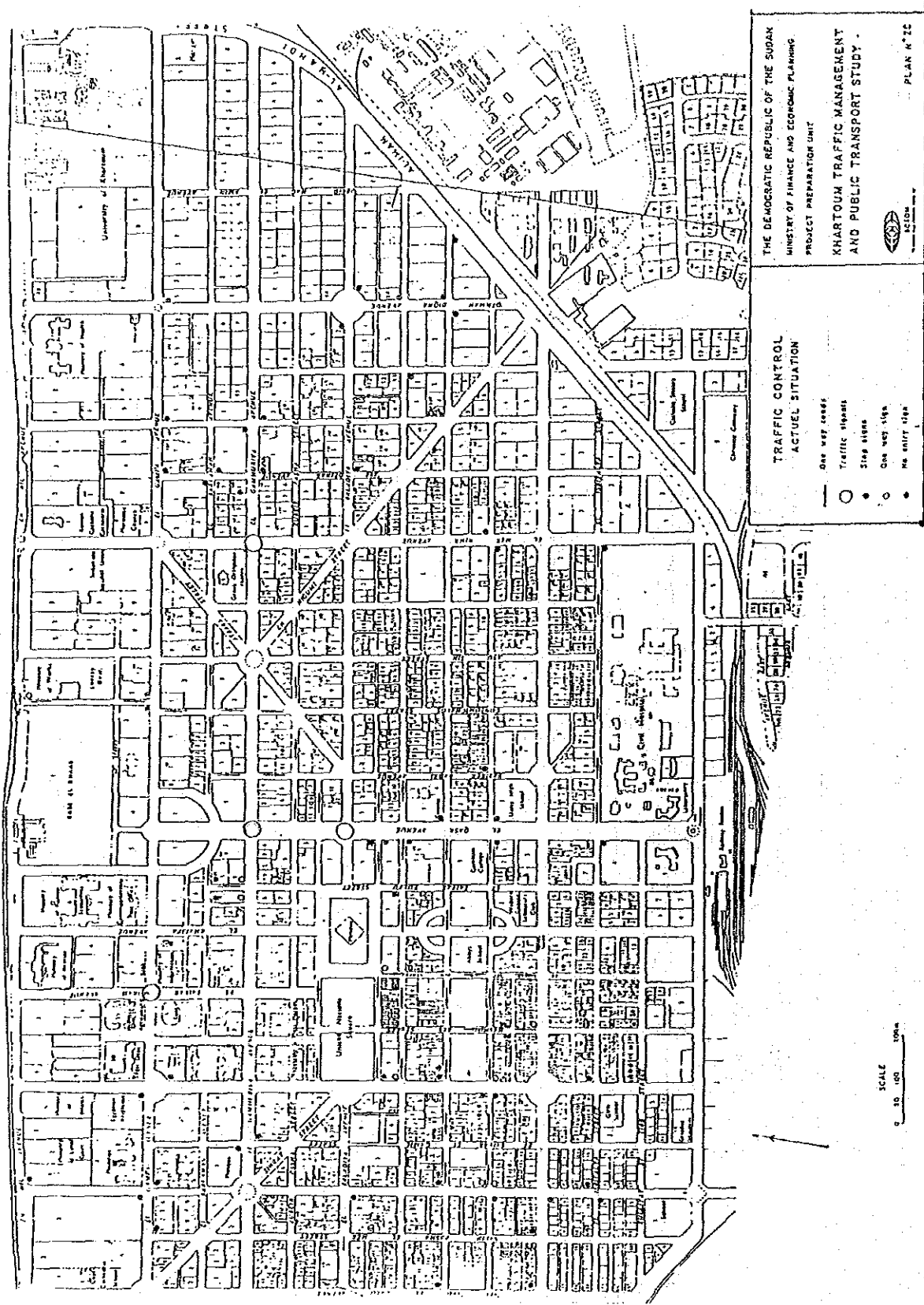


图 3.2.6 K-地区中心部交通規制图

表 3.2.3 首都カールツーム市における私有自動車及び公共交通車の登録台数
(1977~1987年)

Statistics of Registration of Private & Public Transport
Vehicles In The National Capital.

Year	Private Vehicle	Taxi	Bus	Total
1977	30,223	5,215	670	38,179
1978			835	44,633
1979	37,650	6,720	855	48,797
1980	43,122	9,059	890	56,738
1981	50,485	9,356	910	64,496
1982	56,439	11,450	959	72,736
1983	58,564	11,941	990	75,406
1984	65,467	12,425	1,320	83,230
1985	67,800	12,600	1,544	86,112
1986	69,700	12,870	1,720	89,410
1987	85,729	13,910	3,355	112,991

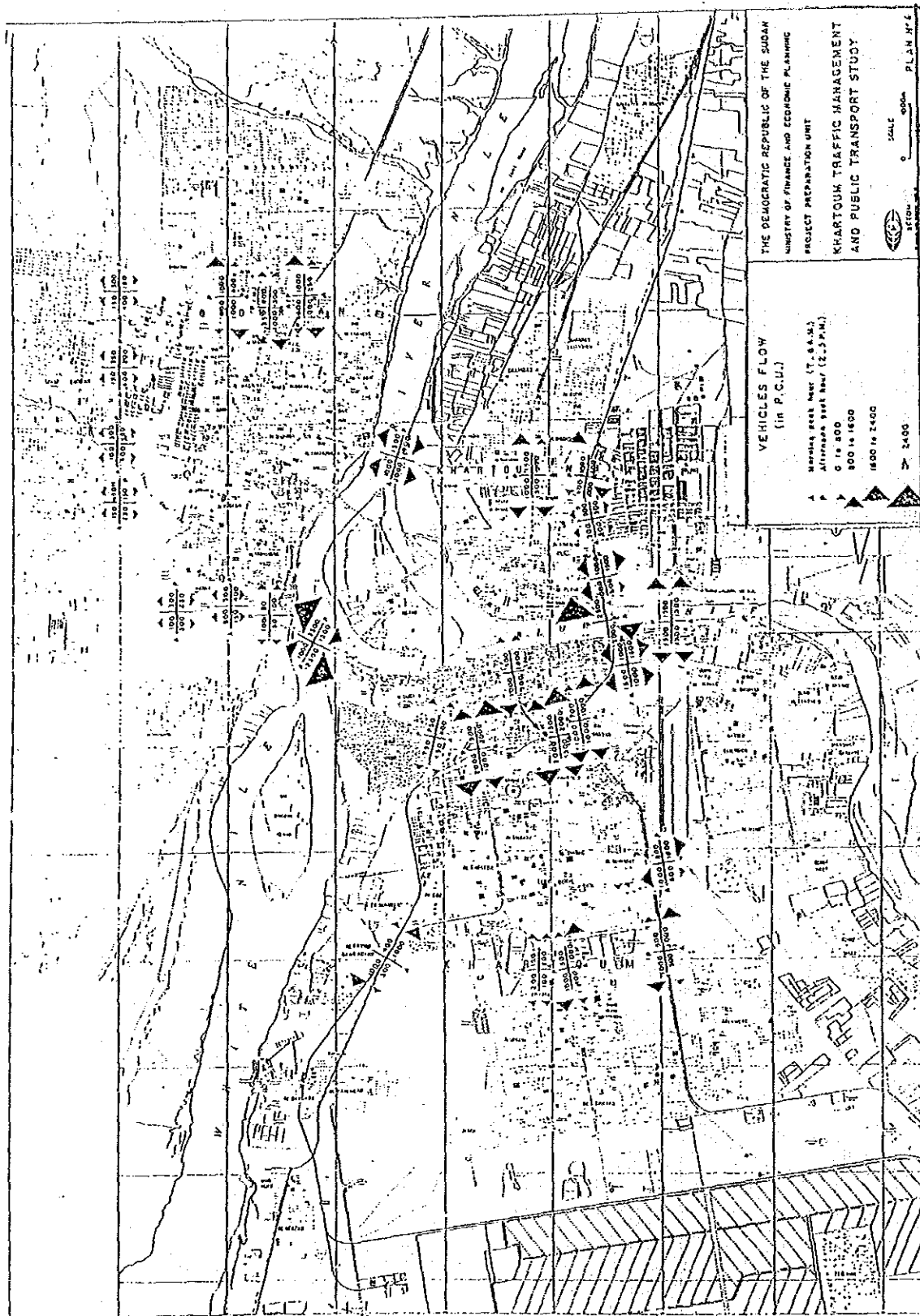


図 3.2.7 自動車交通の流れ (1982年調査)

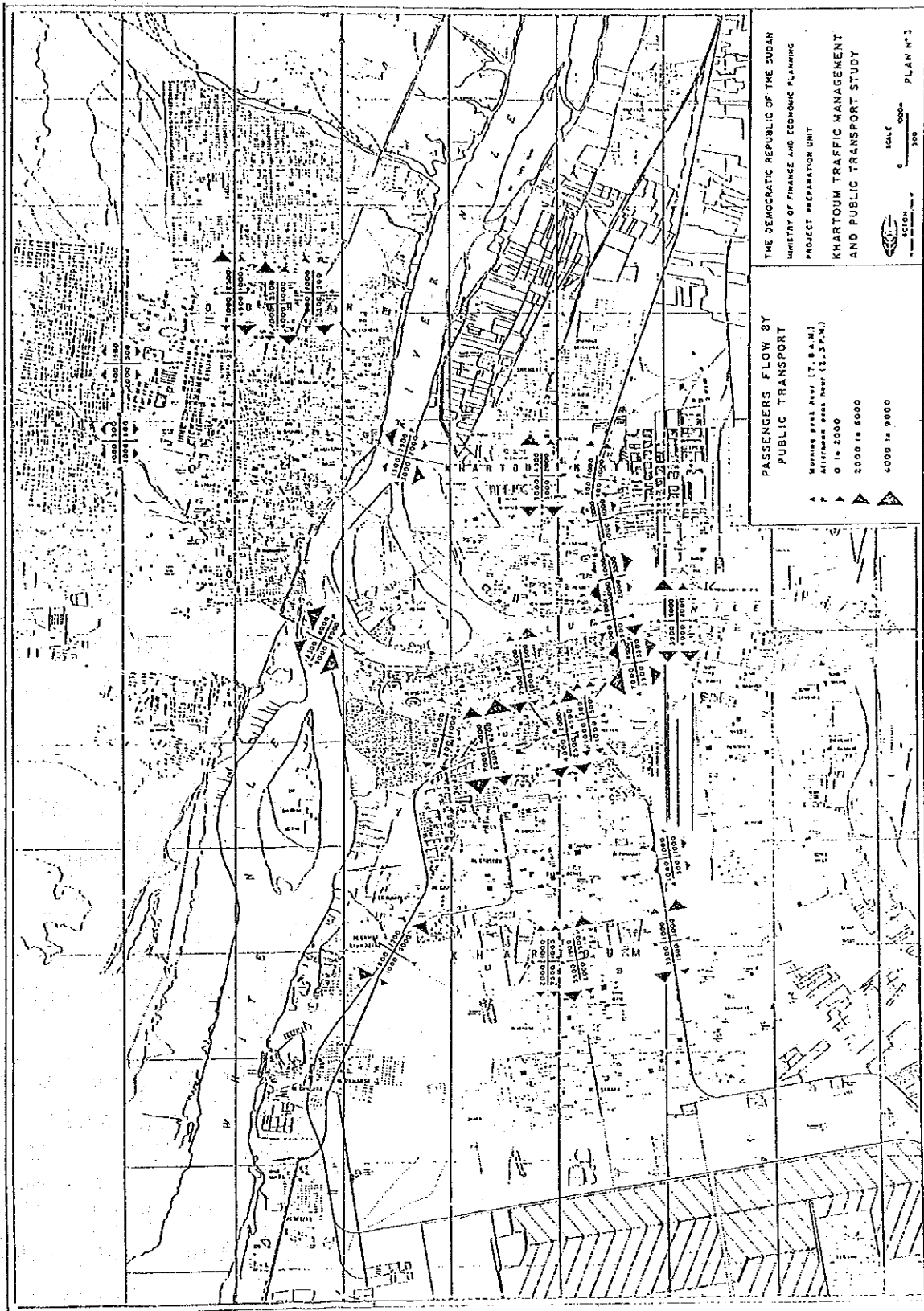


図 3.2.8 人の流れ (1982年調査)

表 3.2.4 乗用車への換算率

車 種	乗用車換算台数
1. Passenger (saloon) Car	1
1. Taxi	1
1. Boks (pick-up)	1
1. Mini Bus	1.5
1. Bus	2.0
1. Truck	2.5

表 3.2.5 乗車人員への換算率

車 種	乗用車人員数
- Private Car	2.7 persons
- Large Bus	70 persons
- Mixed Public Transport	35 persons

その後、英国による現橋の維持修繕と今後の対処を課題とする1988年の調査においても白
 ナイル橋の通過交通量が測定されている。表 3.2.6. にこれを示す。

ピーク時の状況は 3,400 台/時・方向となっている。既存橋の特異な使われ方からみれば、
 現段階でも新橋の建設の要望がうなずける。参考ではあるが図 3.2.9 にバス路線図を示す。

表 3.2.6 新旧 White-Nile 橋通過交通量

(pcu : Passenger, car. units) (no bakkasi, car restraint) (朝7:00~8:00)

LRT	1995 (予測)						1983 (実測)		
	有			無			無		
方 向	O→K	K→O	計	O→K	K→O	計	O→K	K→O	計
旧 橋	2,120	624	2,746	2,659	547	3,116	2,500	1,000	3,500
新 橋	3,141	2,866	6,007	3,980	3,445	7,425	—————		
計	5,263	3,490	8,753	6,549	3,992	10,541	2,500	1,000	3,500
							1988 (実測)		
							無		
							O→K	K→O	計
							3,400	1,400	4,800
							3,400	1,400	4,800

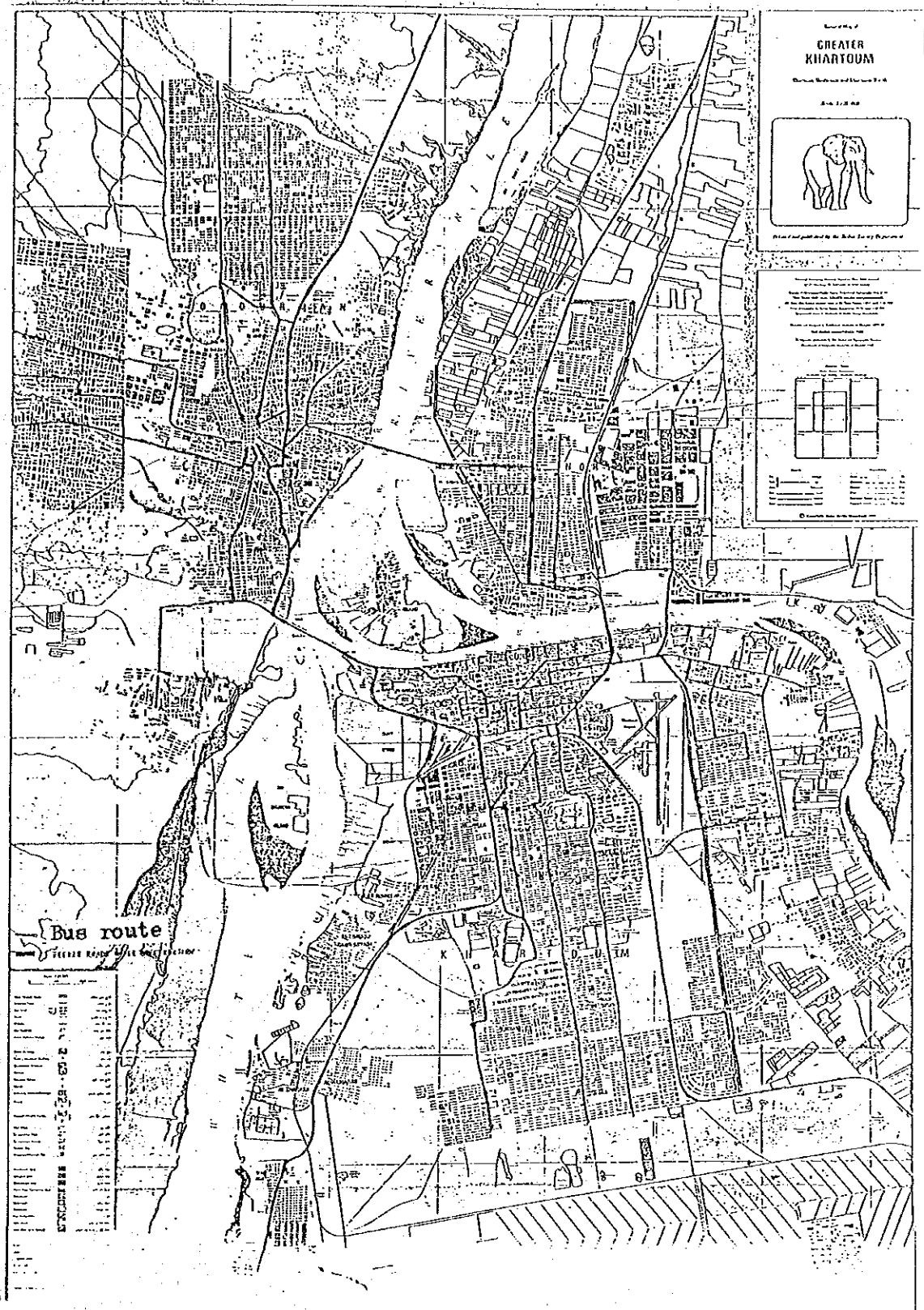


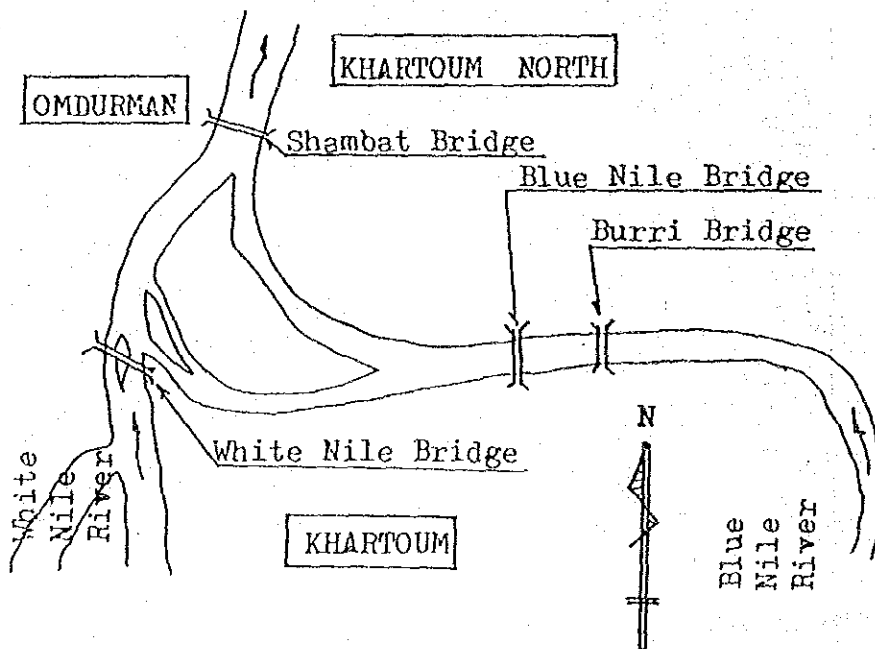
図 3.2.9 カルツーム市バス路線図

3-3 既存橋梁の現況

「3-1 カルツーム市の概況」で述べたように、同市は地域的、機能的にみて三つに大別され、かつ、それぞれが白ナイル川・青ナイル川及び本ナイル川によって区分されているため、3地区間の交通は同項の「カルツーム市地図」に示されるように、四つの橋梁に依存している現状である。

表 3.3.1 カルツーム市の橋梁

橋 梁 名	橋 梁 位 置	型 式	架設年度	備 考
白ナイル橋 (White Nile Bridge または Omdurman Bridge)	Omdurman ↔ Khartoum	鋼ワーレントラス	1925 (Wing 1964)	(大型車用) 2車線 (小型車用) 2車線
青ナイル橋 Blue Nile Bridge	Khartoum-North ↔ Khartoum	鋼ワーレントラス (鉄道との併用橋)	1903	2車線+(単線)
ブリ橋 Burri Bridge	Khartoum-North ↔ Khartoum	PC有ヒンジラーメン	1972	4車線+両歩道
シャムバット橋 Shambat Bridge	Omdurman ↔ Khartoum-North	PC有ヒンジラーメン	1972	4車線+両歩道



3-3-1 白ナイル橋 (White Nile Bridge)

本橋の主要諸元は下記のとおりであり、外観は写真 3.3.1 に示すとおりである。(図 3.3.1 参照)

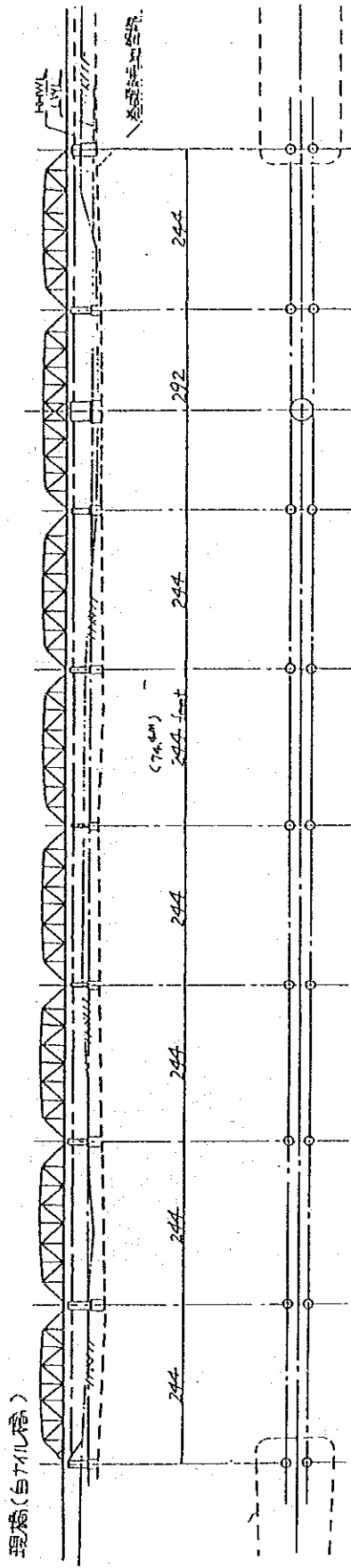
型式	: 8 径間単純鋼ワーレントラス橋 (第 7 径間スイングスパン)
橋長	: 2,012 フィート (613.26m)
スパン割	: 6 @ 74.37 + 92.66 + 74.37 m
橋脚	: コンクリート充填式円型鋼橋 脚 ; 2 × ϕ 10' (3.05m) 1 × ϕ 30' (9.14m) …… スイング橋脚
基礎	: ケーソン基礎



写真 3.3.1 白ナイル橋

本橋の問題点はイギリスのコンサルタント Coode Blizard Ltd. によって 1987 年及び 1988 年にまとめられた「Assessment, Inspection and Rehabilitation of the White Nile Khartoum-Omdurman Bridge」(Phase-1) 及び (Phase-2) に示されるように、

- 1) 1925 年開通の主構部分が当時の設計荷重 (鉄道荷重) を超える自動車荷重になってオーバーストレスになっていると考えられること。
- 2) 1964 年主構トラス両外側に追設されたウイング部も舗装オーバーレイ等によりオーバーストレスになっている危険があること。
- 3) 長い期間の供用、不十分なメンテナンス、さらに 1985 年のクーデター時の戦闘による鋼部材の損傷等により、主構・橋面工・支承工等に相当大がかりな補修工事が必要な状態にあること。



注) 上記図面は、NCKより得た白ナイル橋構造一般図を転写したものである。

図 3. 3. 1 現白ナイル橋側面図

等により、本来の4車線道路橋としての交通機能を発揮できずにいることである。これに対し本橋を管理するNCK(National Capital Khartoum:カルツーム首都圏庁)は前記レポートに従って補修工事を行うべく、目下、財源探しに努力中であるが、スーダン政府の財政現況よりみて数億円にのぼる財源は外国の援助によらざるを得ないと考えられる。また、より大きな問題は補修工事が完了したとしても老朽化防止、現橋の変則4車線としての機能維持が精一杯で、現在以上の交通機能増大及び寿命の大幅な延伸は期待できないことである。

本橋の鋼桁工・橋脚工・橋面工・支承工に対する詳細な調査データは前記レポート2冊に記述されている。

3-3-2 青ナイル橋(Blue Nile Bridge)

本橋は前記(表3.3.1)に示すように、今世紀初めに建設された鉄道併用鋼ワーレントラス橋であり、現在では幅員・許容耐力等の問題より、約2km上流に架設されたブリ橋の補助的役割を果たしている。ほとんどの大型車が容量大なるブリ橋を通るせいか、メンテナンス状態は良好とはいえないまでも、鋼トラス部材の損傷も数カ所で、白ナイル橋ほど差し迫った損傷状態にはない。なお、維持管理は運輸省の担当になっている。

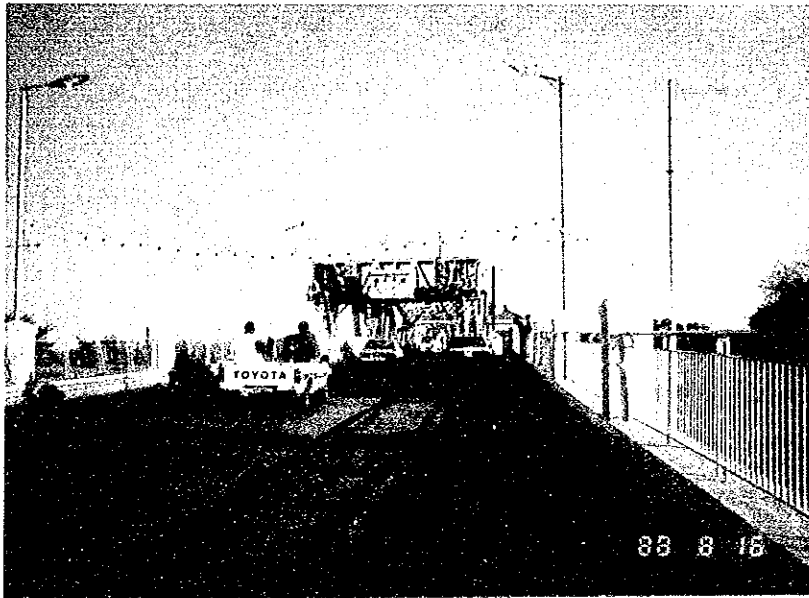


写真 3.3.2 青ナイル橋現況写真 (1)

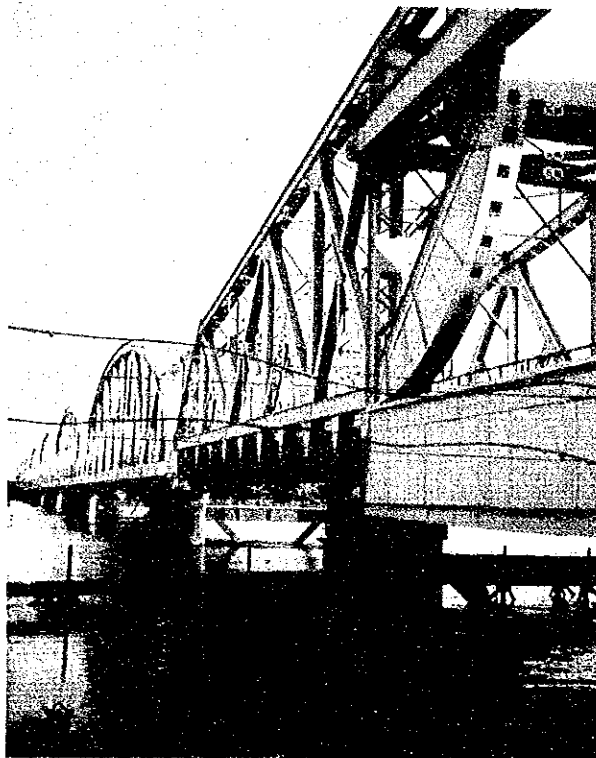


写真 3. 3. 3 青ナイル橋現況写真 (2)

3-3-3 ブリ橋 (Burri Bridge)

本橋は次のシャムバット橋ともども、イタリア政府の有償援助(借款)により1972年完成したプレストレストコンクリート道路橋で、路肩をゆったりとった4車線+両側歩道を持ち、完成後16年を経た現在でも交通機能的には十分なるものを有している。橋面工・付属品ともにシリアスなダメージは認められないが、伸縮継手部で若干の損耗が認められ、さらに中央ヒンジ部の主桁あげこし不足による、わずかな路面の不整合が中央ヒンジ部に認められた。



写真 3. 3. 4 ブリ橋現況写真

3-3-4 シャムバット橋 (Shambat Bridge)

本橋もブリッジ同様のプロセスで1972年完成した4車線+両歩道のプレストレスコンクリート道路橋で、橋脚の形状以外はブリッジによく似た橋である。したがって、現在の状態も問題点もブリッジとほぼ同じといえる。



写真 3.3.5 シャムバット橋現況写真 (1)

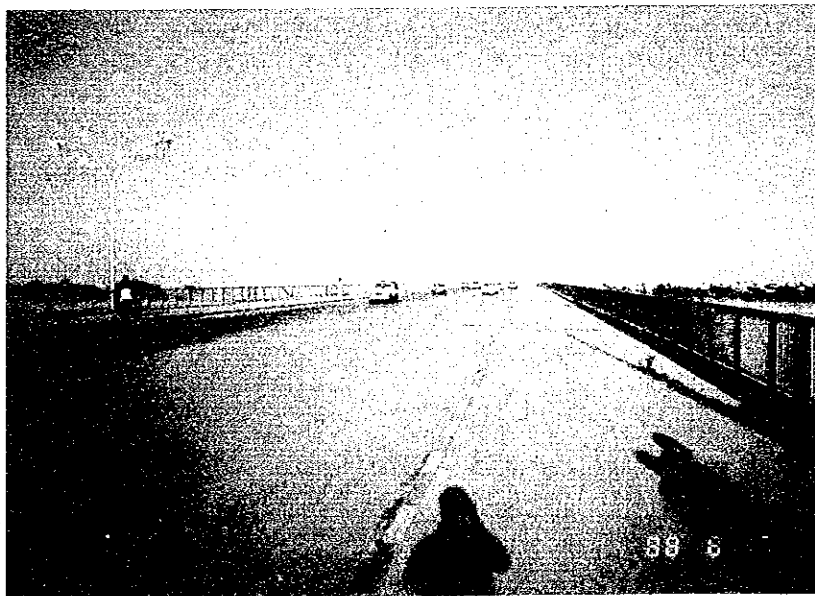


写真 3.3.6 シャムバット橋現況写真 (2)

3-3-5 白ナイル橋補強検討書の概要

本書は1920年代に本橋工事をスーパーバイズしたイギリスのコンサルタント Coode Blizard Ltd. により1987、1988年の2カ年にわたり行われた。本事前調査に関係ある内容について、その概要を述べる。

{ Phase-1 }

- 上部工・下部工の目視による損傷具合調査並びに主要部応力検討
- 早急にとるべき応急処置の指摘

{ Phase-2 }

- 補強工事計画の立案
- ① 目視による現況調査並びに主要部材応力検討の結果概要
- A. 鋼トラス主構(路面上)
写真3.3.7に見られるようにトラス材に数カ所、通過車両によるトラス弦材フランジ歪曲等の損傷が認められる。
 - B. 路面下鋼構造
写真3.3.8に見られるように1985年政変時の砲撃による貫通孔及び損傷が主縦桁等に認められ、かつ、支承部には異常箇所が認められており、スイング構造物ともども健全な状態とはいえない現況となっている。
 - C. 橋面工
舗装・伸縮継手・高欄等に損傷が数多く認められる。
 - D. 主要部材の応力検討
 - 主構部
現況では大型車は1車線1スパン当たり1台に交通規制する案がコンサルタントによりリコメンドされている。
 - 両外側ウイング部
舗装荷重がオーバーレイ分だけ過大なので撤去する案がリコメンドされている。

3-4 白ナイル川の河川条件

3-4-1 スーダンにおけるナイル川水系

ナイル川は、直接的にしる間接的にしる、スーダンの発展の基礎となってきた。この国の経済はナイル川に依存しているといっても過言ではない。ナイル川に依存している農業生産は、GDPの25%~30%に達し、国家歳入の40%~50%を占め、また、全輸出額の約70%に及ぶ。ナイル川の水力発電は、現在の電力供給量の70%を生み出している。スーダンの北部・中部・南部の人口集中地区は、たいていナイル川やその支川に沿って形成されている。その



写真 3.3.7 白ナイル橋現況写真 (1)

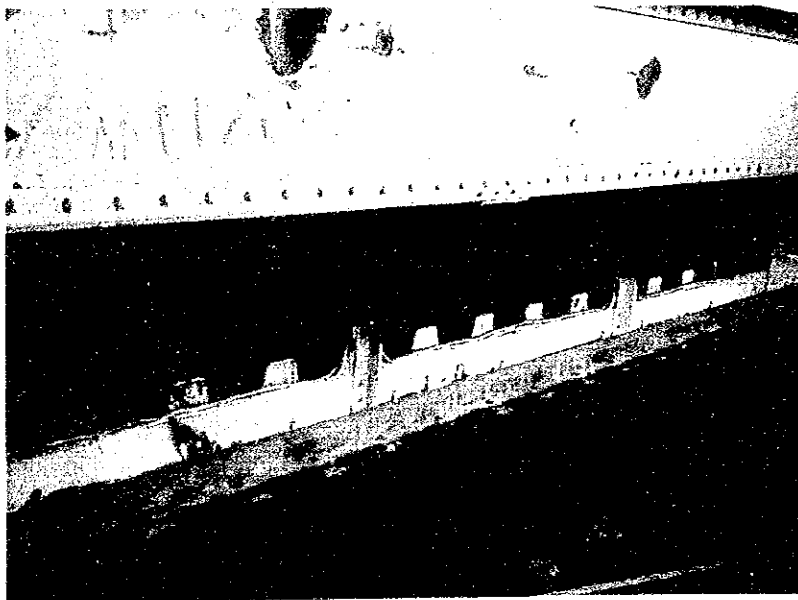


写真 3.3.8 白ナイル橋現況写真 (2)

ため、白ナイル川とナイル本川の水上交通は、南部・中部・北部を結ぶ重要な大動脈の役割を演じている。

スーダン国内のナイル川水系を、便宜的に5地域に分けて、その概要を述べる(図3.4.1参照)。

1) マラカル上流

スーダン内におけるマラカル上流のナイル川水系は、ガザル江、ジェベル江、ソバット川と、エチオピア西東部とスーダン南部国境地域の丘から流出するたくさんの支流から成っている。水系は非常に複雑で、たくさんの支川、河道があり、広大に広がる沼地を流下している。

この区間は、小規模な灌漑が行われているが、河川調節機能や貯留機能を持った施設は何もない。現在、建設中のジョングレイ運河計画は、蒸発による損失を減じ、白ナイル川の流量を増加させることを目的として、スッドを迂回するバイパスをつくり、ジェベル江の流量をソバットの合流口に直接持ってくるものである。このジョングレイ運河によって、この地域の交通を改善し、灌漑による地域開発を行うことも計画されている。

2) 白ナイル川

白ナイル川は、マラカルからカルツームまで北上し、青ナイル川と合流する。この区間では、河川勾配がゆるやかで、標高は800kmで12mしか低くならない(勾配1/6,600)。

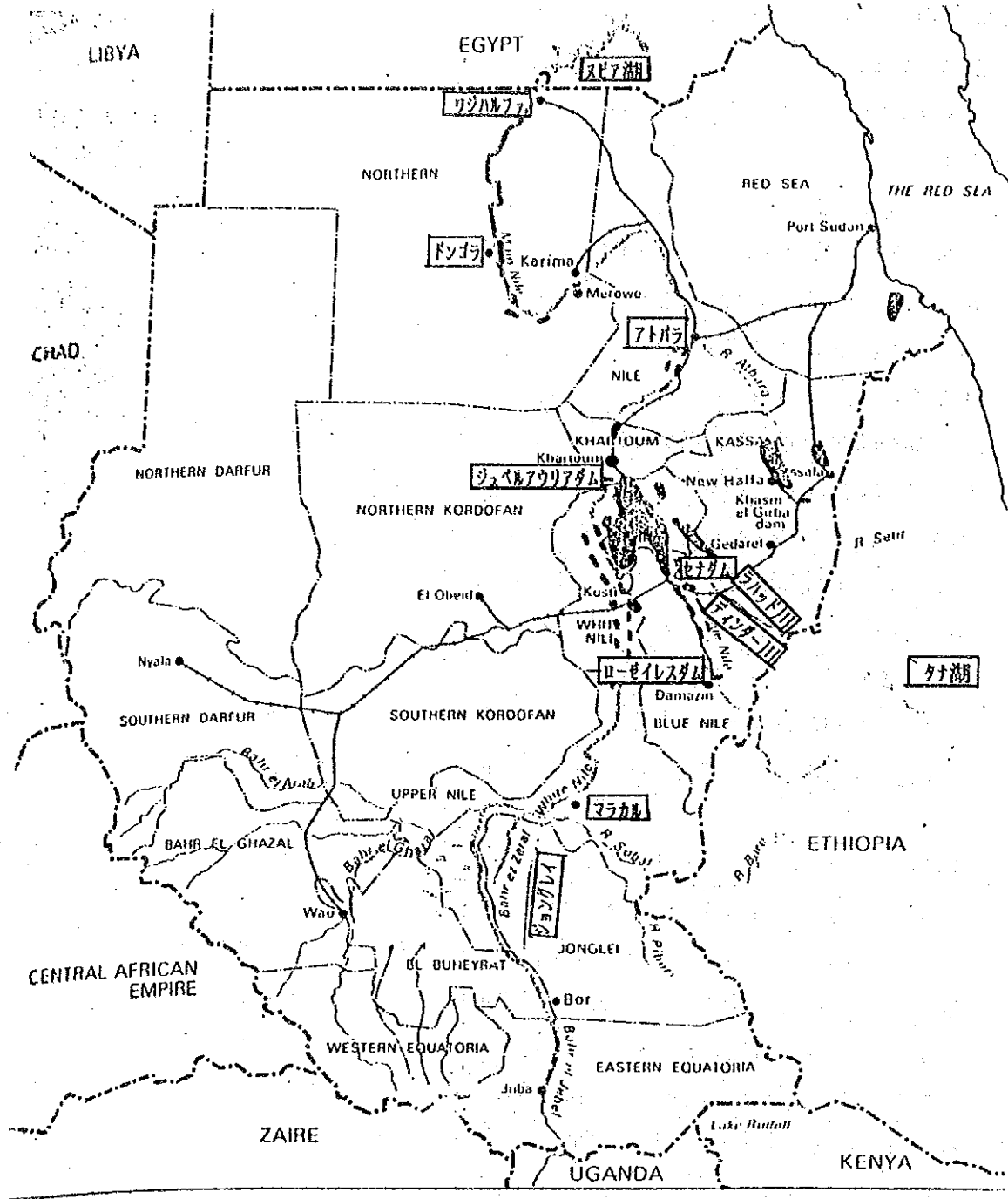
この区間では、マカル沼地から流出する小さな1本の支川と、雨期にできる小さな小川を除けば、流入してくる河川はない。したがって、白ナイル川は、上流域が広大な沼地であるため、著しい季節変動を持たない。

ジュベルアウリアダムは、1937年に建設され、カルツーム市の南約40kmに位置している。このダムは、夏期にエジプトへの灌漑用水を供給するのが目的であるが、その背水の影響は、上流約600kmまで溯る(図3.4.2参照)。

この川は、広範囲な交通に使われているとともに、広大な地域に水を供給している。すべての灌漑はポンプアップによるが、ジュベルアウリアダムによってもたらされる高い水位によって、当地域では低いポンプの揚程で済んでいる。このことによって、この地域で灌漑が発達したといえる。

3) 青ナイル川

青ナイル川は標高1,850mのエチオピア高原にあるタナ湖から流出する。標高約500mのスーダン平原に到達するまでの850kmは、深い峡谷を流下する。その後、この川は700kmにわたって北西に流れ、カルツームで白ナイル川に合流する。セナーとカルツームの間で、ディンダー川とラハッド川という二つの支川が合流する。これらの支川は夏の間だけ流れている。



- International boundary
- Provincial boundary
- Railway
- Existing dam
- Existing irrigated areas

0 100 200 300 km

図 3. 4. 1 スーダンにおけるナイル川水系

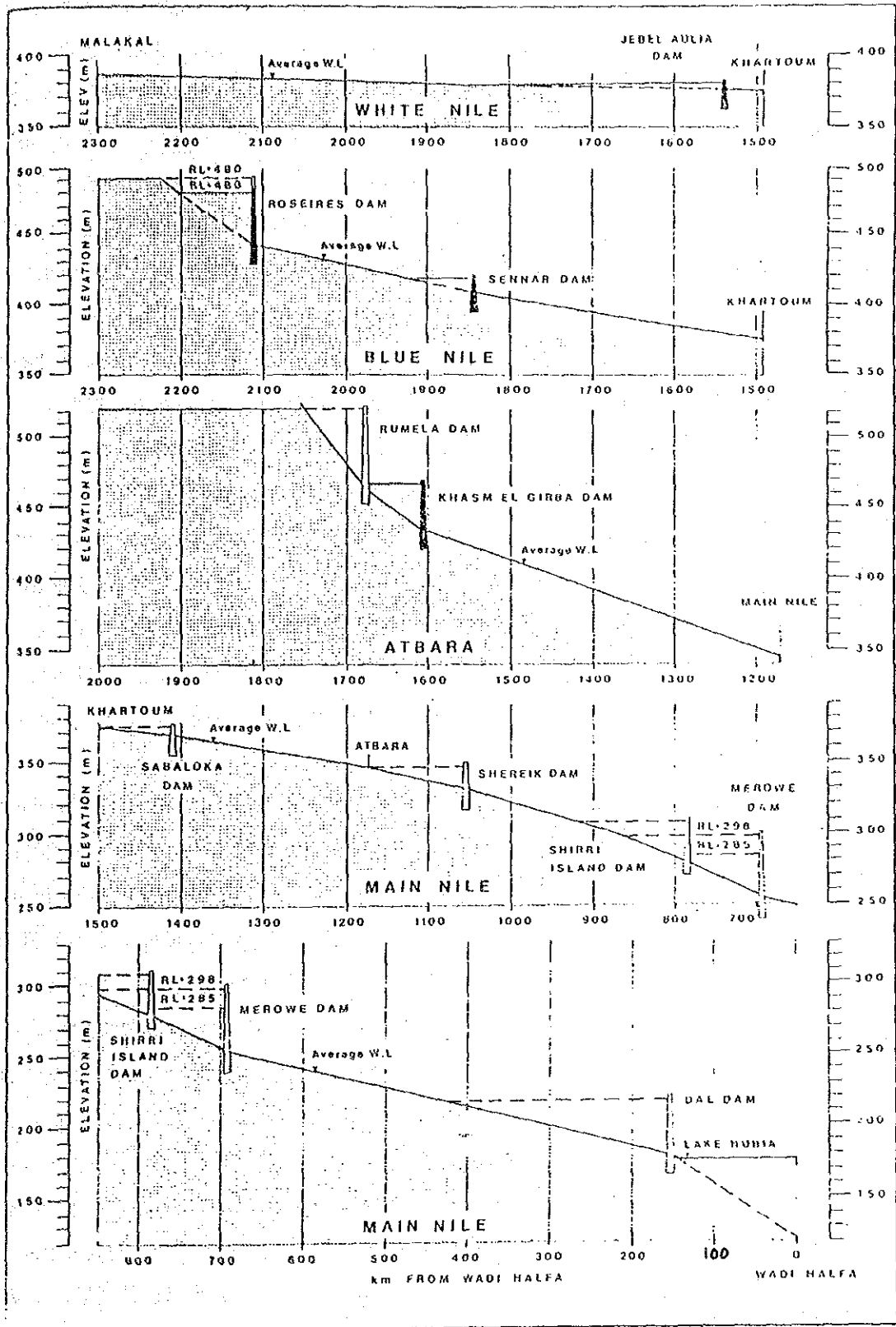


図 3.4.2 河川縦断図

この川の流量は季節によって大きく変わり、7月～10月の洪水期に全流出量の80%が流下する。その結果、青ナイル川の灌漑開発は、河川貯留施設に依存することとなる。1925年にセナーダムが、1966年にローゼイレスダムが建設されている。これら二つのダムによって貯留された水によって、広範囲な灌漑開発が行われ、特にゲジラーマナジル計画が有名である。また、これらのダムによって、水力発電が行われ、国の電力供給の大半をまかなっている。青ナイル地域は、農業で成り立ち、スーダンにおいては最も高度に発展している地域であり、様々な交易や、農産業経済を支えているのである。

4) アトバラ川

アトバラ川は、青ナイル川と同様、エチオピア高原から流下する。その流れは季節変動が著しく、7月～12月までのたった6カ月間しか流れない。二つの支流を持ち、より大きくて北にあるのが、セティット川で、もう一つは、上アトバラ川である。その二つの支流の合流地点より約75km下ると、そこに、ニューハルファ灌漑計画の拡充と、水力発電に必要な水を貯留するため、1964年にギルバカスムダムが建造された。この川における現在の灌漑開発はこの計画だけである。そこから下流において、アトバラ川は500km以上流下し、アトバラの町でナイル本川に合流する。

5) ナイル本川

ナイル本川は、カルツームからエジプト国境のワジハルファの間、約1,500kmを大きくS字型を描いて流下している。

河川勾配は概して1/1,000より小さい。このゆるやかな勾配のためか、この区間には大きな特徴がある。カルツームの下流85kmに、サバロカ峡谷を通過した所であるが、20kmの長さにわたって6番目の大滝がある。その次には、アトバラ下流約80kmに、5番目の大滝があり、メロウェの近くで終わる4番目の大滝もある。ドンゴラの近くにある3番目の大滝とワジハルファの間で、ダル大滝や、セムナ峽をはじめとするちょっとした早瀬があるが今はアスワンハイダムによって形成された貯水池のヌビア湖の影響を受けている。

ナイル本川の流量は、大きく変動する青ナイル川と、かなり安定した流量を持つ白ナイルという2大支川の合流により形成され、その結果、年間を通じて乾期においても安定した流量が確保されている。

現在、スーダン内におけるナイル本川には河川調節施設及び貯水施設はない。ナイル本川におけるスーダンの灌漑開発は、洪水氾濫の利用とか、バケツや水車の利用とかいった伝統的な方法から始まった。スーダンにおける最初のポンプによる灌漑計画は、このナイル本川において1904年に導入され、さらに拡充して今日に至っている。

3-4-2 気 候

スーダン内におけるナイル川水系の各地域において観測された気象データ一覧表を表 3.4.1 に示す。これには、代表的降雨量、蒸発量と気温のデータを各地域ごとに示している。

スーダンの気候は、主に太陽の季節的変動と熱帯収束帯とによって影響される。冬期には、熱帯収束帯は赤道の南に横たわり、スーダンは乾燥した北北東の風が吹く。太陽が北方に動くと、熱帯収束帯も一緒に北方に移動し、南西の風と雨をもたらす。

雨の始まりは、この熱帯収束帯の移動と一致し、4月はスーダンの最南部で雨が降り始め、大体6月にはスーダンの中部で、7月には北部でという具合である。熱帯収束帯は、北方へ移動するに従って弱くなり、結果として北部での雨は弱い雨となる。北端部では、熱帯収束帯の影響がめったに表れないので、雨期というのは、あまりみられない。

季節の変化とともに熱帯収束帯は退却し、雨期も終わりとなる。つまり、スーダン北部では8月に、中部では9月に、最南部地方では10月に雨期が終わることになる。年間降雨量は、雨期の長さに関係があり、最北部地方では0mmなのに対し、最南部地方では、1,500mmにも達する(図 3.4.3 参照)。

表 3.4.1 に示している平均降雨量は、年々発生する降雨量の大きな変化を隠してしまう。変化量は、北部において大変大きく、平均値からの変動量はジュバでは約12%、白ナイル川流域、青ナイル川流域とアトバラ地方では約15~20%なのに対し、カルツームでは100%も異なることがある。

スーダンの降雨量のほとんどは日中の強力な日射による空気の対流からなり、夕立と雷雨から引き起こされる。夕立と雷雨の大体の特徴は、スーダンのどこでもほとんど同じである。全降雨量の変化は、雷雨のときの雨の強さの変動ではなく、雷雨の起こる回数の変動に従っている。一降雨の平均降雨量は、スーダンのどの地域でも約13mmである。このように、小さな降雨量の地域においてさえ、雨は短い集中的な夕立となって降り、その結果、広範囲な洪水を引き起こすのである。

全国の蒸発量の変化もまた熱帯収束帯の動きと、それによってもたらされる雨の湿気によって影響を受ける。このように蒸発は、一般的に南部で小さく、北部に行くに従って着実に増加する。1年間における蒸発量の変化は、雨とそれによる湿気だけではなく、気温の変化にも影響を受ける(図 3.4.4 参照)。

平均気温は、全国を通して同じである。気温の年較差は徐々に南から北へ増加する。北部においては、夏は大変暑く、冬は比較的涼しい。南部(マラカルより上流)は比較的年間を通じて同じ気温となっている。

表 3.4.1 気候 (1941~1970年)

Region	Latitude	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year		
Nile system upstream of Malaka (Juba)	4°52'N	Rainfall (mm)	4	8	51	95	156	112	136	150	114	115	38	9	988	
		Evaporation (mm/d)	4.8	5.2	5.9	5.2	5.7	5.4	4.6	5.0	5.5	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
		Air temperature (°C)	28	29	30	29	28	27	26	26	26	26	27	28	28	27
White Nile (Kosti)	13°10'N	Rainfall (mm)	0	0	1	2	16	39	111	142	63	21	1	0	396	
		Evaporation (mm/d)	5.6	6.4	7.1	7.5	7.4	7.3	6.4	5.9	6.5	6.2	6.1	6.1	5.4	6.5
		Air temperature (°C)	25	26	29	32	33	32	29	27	29	29	30	31	29	29
Blue Nile (Wad Medani)	14°23'N	Rainfall (mm)	0	0	0	1	15	29	116	133	48	19	1	0	362	
		Evaporation (mm/d)	5.6	7.3	7.8	8.3	8.8	8.9	7.8	6.9	7.0	6.5	6.3	5.9	7.3	
		Air temperature (°C)	24	25	28	31	33	32	29	28	29	29	30	27	24	28
Atbara (Kassala)	15°28'N	Rainfall (mm)	0	0	1	4	12	27	97	110	51	9	3	0	314	
		Evaporation (mm/d)	4.9	5.6	6.5	7.2	7.4	7.6	6.9	6.4	6.6	5.8	4.9	4.3	6.2	
		Air temperature (°C)	25	26	29	31	33	33	30	28	30	31	29	26	26	29
Main Nile (Karima)	18°33'N	Rainfall (mm)	0	0	0	0	0	0	13	23	4	1	0	0	41	
		Evaporation (mm/d)	5.3	6.6	8.2	8.8	9.3	9.1	8.6	8.3	8.1	7.4	6.1	5.1	7.6	
		Air temperature (°C)	20	22	26	30	33	35	34	34	34	34	26	22	22	29

Note: Evaporation is Penman Open Surface Evaporation

Source: Climatological Nor nals (1941-1970) Sudan Meteorological Department

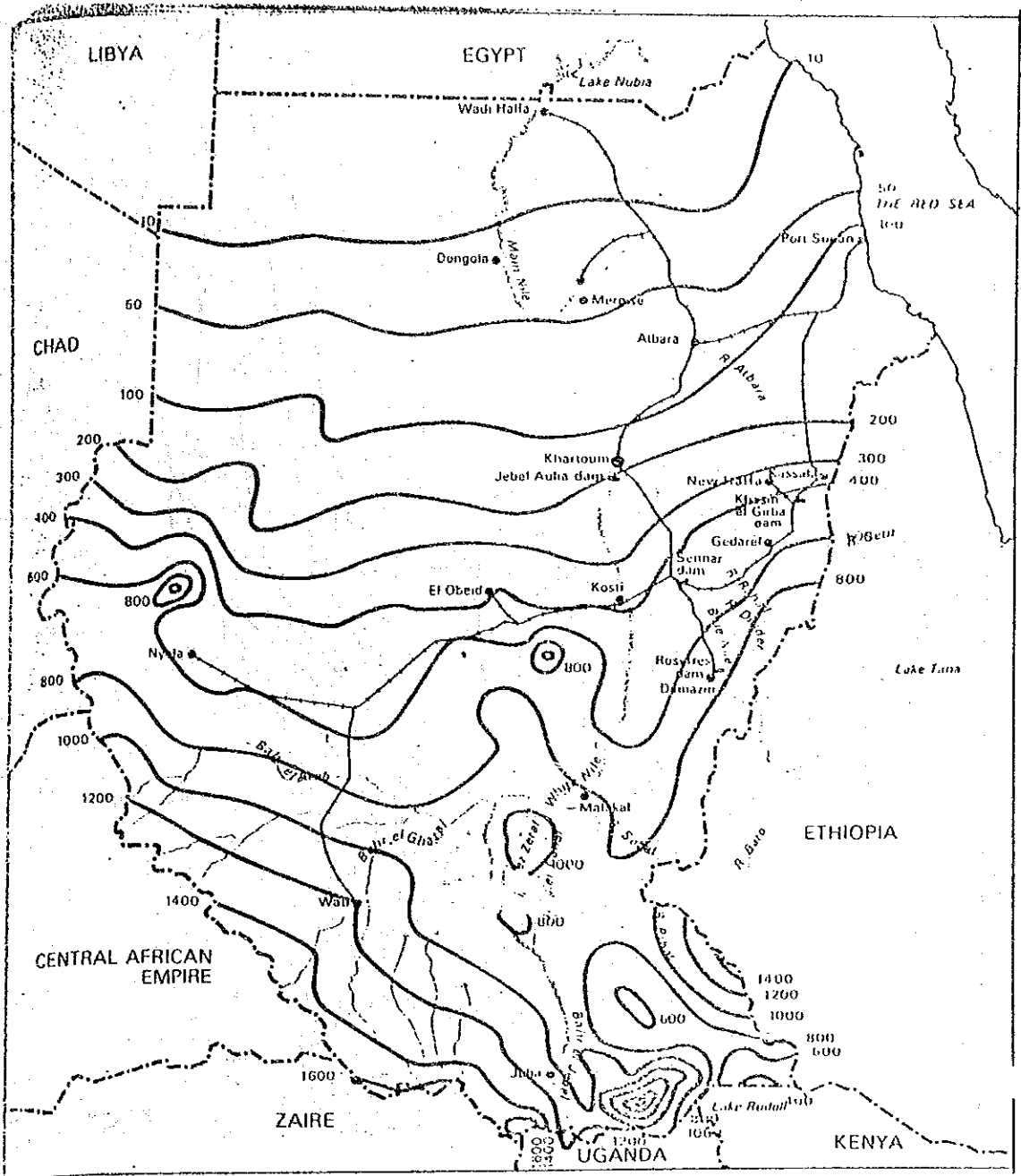


图 3.4.3 年平均降水量

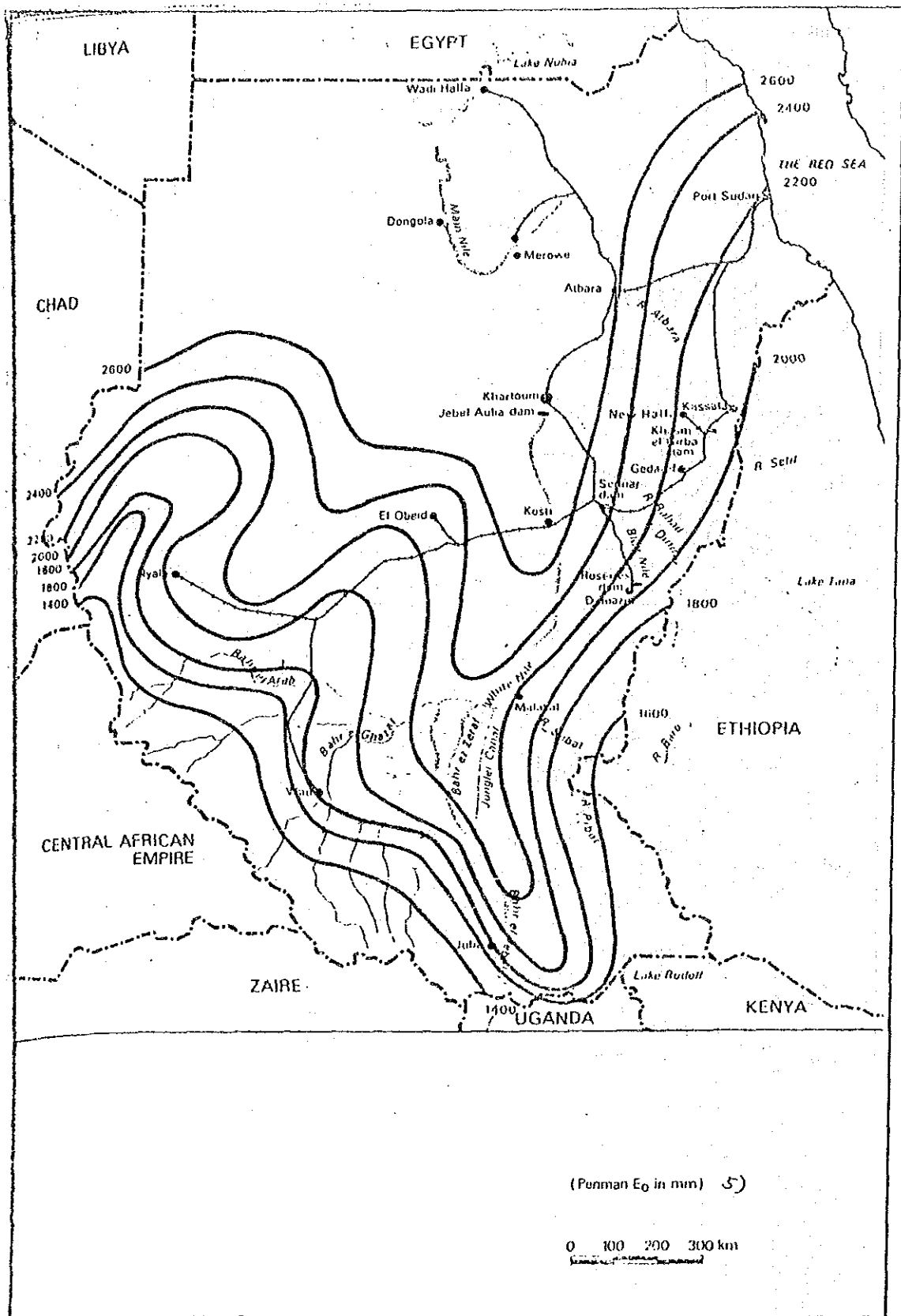


图 3.4.4 等年間蒸発量線

3-4-3 ナイル川の水利状況

ナイル川は世界の河川の中で最も水位測定等の河川記録が残っている川である。1300年間の記録が、ところどころ途切れているとはいえ、利用できる。カイロのロータ水位観測所が、紀元前620年に設置されたからである。スーダンにおいては、今世紀初めから、系統だった計測がなされるようになった。信頼できる流量の記録は、今世紀から現在に至るまで、ほとんど主要な河川で残っている。

スーダン内のナイル川水系の主な河川の季節流量は、表3.4.2と図3.4.5に示されている。ナイル川水系の水資源の大部分は、青ナイル川によってもたらされ、エジプト国境に到達する全流量の約60%を占めている。洪水期には、青ナイル川の洪水はカルツームで白ナイル川の流れを圧倒し、カルツーム下流の流量の95%を青ナイル川の水が占めることになる。反対に、青ナイル川の流量が少ない期間において、白ナイル川の流量は青ナイルより多くなり、カルツーム下流の流量の75%を占めることとなる。青ナイルの大きく季節変動する流量は、タナ湖とロゼイレス間の流域の集中豪雨によってもたらされるものであり、タナ湖からの流出量は、年間約10%を構成するにすぎない。アトバラ川は、青ナイル川と同様、季節的な変動をみせ、6カ月間はほとんど流れていない(この期間、青ナイル川はタナ湖からの流出量に支えられているのである)。このアトバラ川は、エジプト国境に到達する全流量の15%を占めている。

白ナイル川の流量は、青ナイル川とアトバラ川のような季節変動は示さない。白ナイル川の約半分の流量は、スット湿原からの流出量である。この流出量は、上流域やエクアトリアル湖においては、降雨の長期的な変動に従って、長周期の変動はあるものの、年間を通してほとんど一定である。白ナイル川の流量の残り半分は、エチオピア高原の雨を流下させているソバット川から供給されている。ソバット川の流量は、マカール湿原によって洪水調整されるが、洪水のピークが10月になる季節変動を持つ。したがって、白ナイル川はソバット川からの流入によって、多少季節的な流量変化を持つ。

スーダンにおけるナイル川南部は、広大な低湿地帯である。この低湿地帯における蒸発による水量損失は、下流域の流量を大きく減じている。水の損失量は、毎年この地域の全表面水の約60%に等しい $42 \times 10^9 \text{ m}^3$ と評価されている。

ナイル川の流量は、エチオピア高原に降った雨を流下させているソバット川と、青ナイル川とアトバラ川の水で、ほとんど構成されているとよい。エチオピア高原の降雨の変動が、ナイル川の流量変動の原因となっているのである。今世紀を通して、ナイル川の流出量は、アスワンで測定された数値によると、 $42 \sim 119 \times 10^9 \text{ m}^3$ の間で変化している。

表 3. 4. 2 ナイル川水系における代表地点での平均月単位流量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

RIVER	Station	Period	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total
Bahr el Jebel	Mongalla	1912-1967	2610	3000	2960	2930	2600	2390	2150	1850	1970	2040	2480	2370	29300
Bahr el Ghazal	Exit	1923-1940	375	620	954	113	564	336	452	469	429	379	354	28.1	634
Sobat	Hillet Doleb	1912-1967	1290	1590	1770	1990	1980	1760	1020	454	289	251	431	862	13700
White Nile	Malakal	1912-1967	2470	2840	3050	3370	3270	3120	2390	1680	1590	1440	1610	1980	28800
White Nile	Mogren	1912-1967	1360	1480	2330	3190	2870	2770	2420	1920	1960	1870	1770	1750	25700
Blue Nile	Roseires	1912-1967	6630	15600	13000	7010	2720	1470	828	479	387	342	611	1640	50700
Dinder	Mouth	1912-1961	345	1050	1100	398	595	229	0	0	0	0	0	177	2990
Rahad	Mouth	1912-1961	102	328	375	245	33	28	0	0	0	0	0	0	1090
Blue Nile	Khartoum	1912-1967	5500	15900	14500	8010	2600	1330	750	447	397	352	487	1180	51500
Main Nile	Tamaniat	1912-1967	6750	16900	16900	11300	5530	4110	3180	2360	2350	2190	2210	2890	76700
Atbara	Mouth	1912-1967	1680	5570	3669	886	196	65	234	8	113	420	67	928	12100

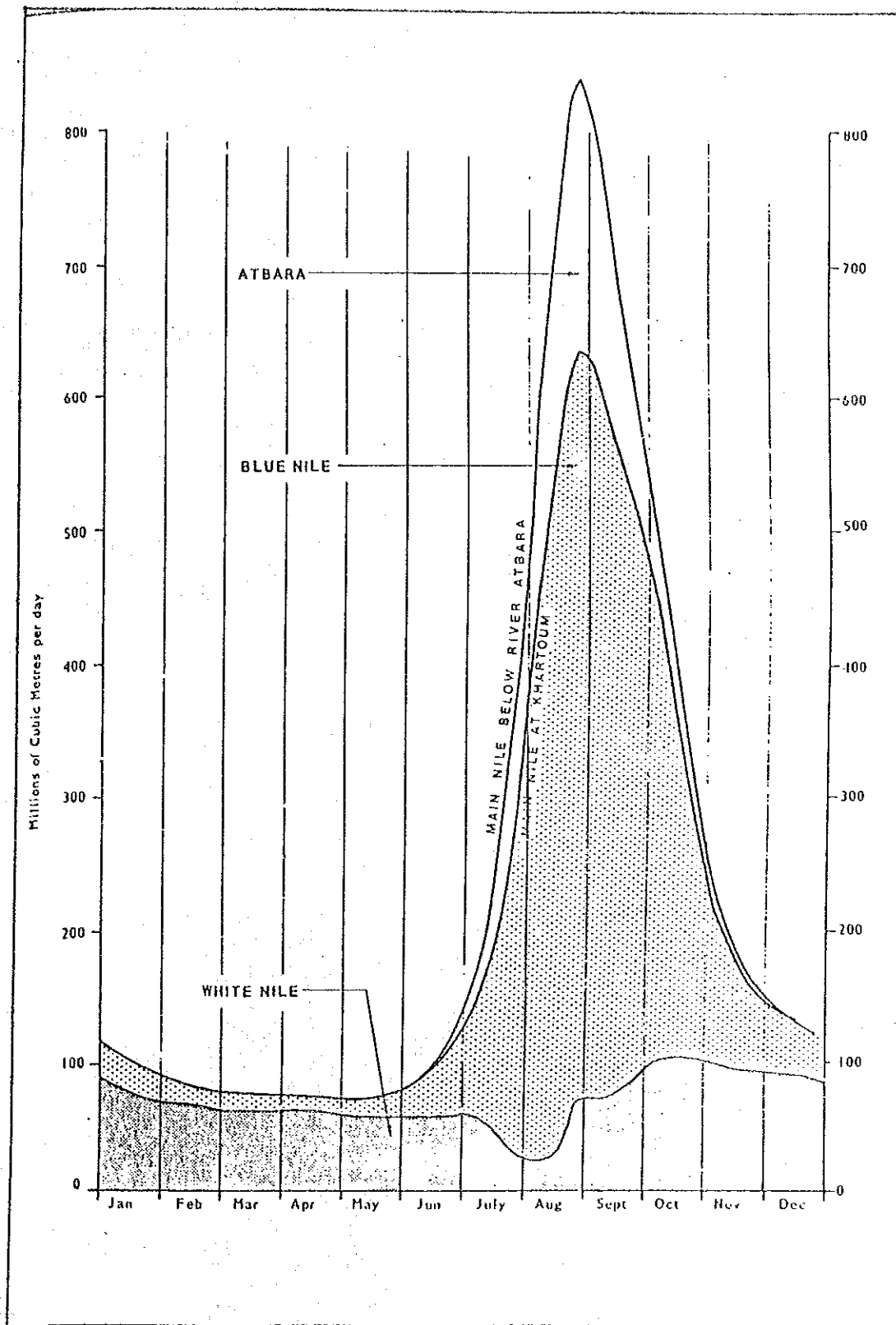


図 3.4.5 ナイル川と各支川の流量
(1912~1968年の平均)

3-4-4 カルツーム市内のナイル川

カルツームにおいて、前述のように、青ナイル川と白ナイル川が合流する。二つの河川特性から、雨期には青ナイル川が洪水となり、白ナイル川も背水で水位が上がる。洪水流量は当該地点で、青ナイル川が約 $6,000\text{m}^3/\text{s}$ 、白ナイル川で約 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ となっている。この数字は最大流量で、計画高水流量、計画高水位を定めている改修計画といったものは存在しない。

合流地点には、両河川とも中洲が存在するが、青ナイル川のほうが、速流の変化が大きいこともあって、テューティ島のように、より発達していると考えられる。

現況は次頁の写真3.4.1及び写真3.4.2に示すとおりである。

合流点の現白ナイル橋の直上流に、モグラン — アラビア語で合流を意味する — という水位観測所があり、今世紀初頭より水位観測を行っている。

市内の青ナイル川には、90cm程度のパラペットが立っており、これは地元の人が築造したとのこと。

市内の水資源は、合流地点のすぐ近くにあり、青ナイル川から取水している。飲み水とすれば、白ナイル川よりも青ナイル川のほうが適していると現地では言っていた。



写真 3.4.3 ホテル屋上より給水所を見る

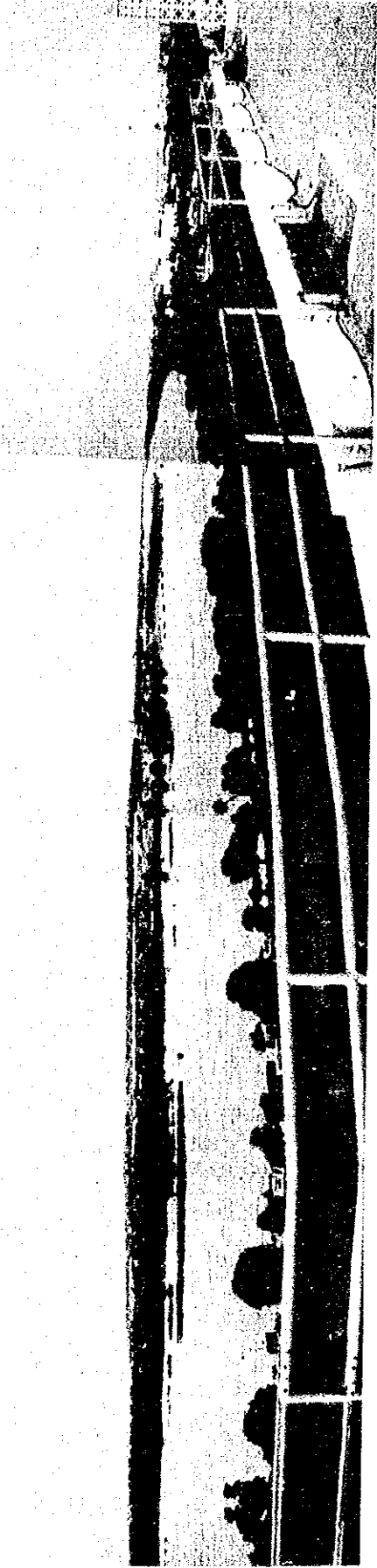


写真 3.4.1 ▲ 青ナイル川とテューティ島

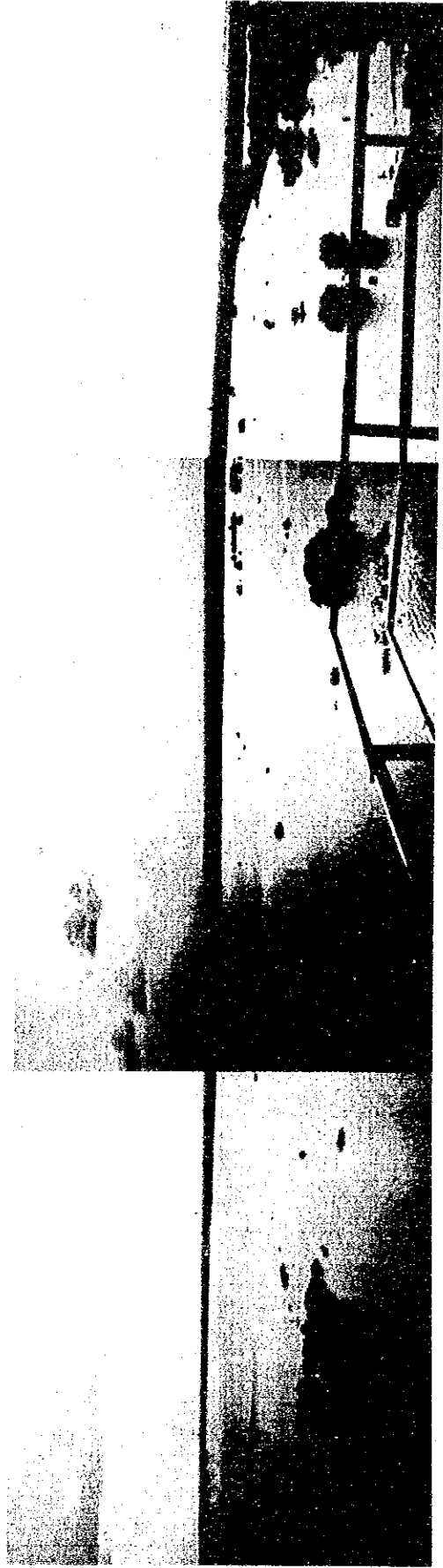


写真 3.4.2 ▲ 青ナイル川のバックウォーターによって増水している白ナイル川

また、名前のように、乾期には白と青の色の違いがはっきり識別できるとのことであった。

河道付近には、自然堤防らしき地形がなく、台地を削りとって河道ができています。このためか、河道になると思われる箇所に住居はない。白ナイル川の合流地点直上流は、広大な遊水機能を有しているが、ここもサントウッド公園となっており、住宅地にはなっていない。ちなみに、サントウッドは、もともと樹木が自生していたものを植林して増したとのことであった。

今回の洪水についても、河川からの氾濫による被害というよりも、220mmというスーダンでは未曾有の大雨による家屋の崩壊、あるいは内水による浸水被害と想定される。これに関しては、現地の被災地のうち被害大なる地域は視察できなかったため詳細は不明である。

水位が若干下がったときに、洪水痕跡を探したが、日本の河川と違い、ヘドロが付着して、かすかに、ひっかき傷のような跡が残っているだけであり、通常は見分けがつかない。このことは、河岸がしっかりしていることと、河川水で運ばれてくる土砂の粒土が極めて細かいことを意味している。また、河原や砂地には、オシャールという植物が自生しており、毒があるということである。

洪水の水位については、土流で自然遊水して流下してくるので、今回の出水を大幅に上回る洪水というのは考えにくい。

河原の土砂は茶褐色のシルトと、径2~3cmまでの玉石で構成されている模様である(詳しくは、乾期に観察する必要あり)。河川形態からいって、径2~3cmの玉石は、青ナイル川の河川敷から産出されているのではないかと推定される。白ナイルの河川勾配では、こうした玉石は生成されないとと思われる。

カルツーム周辺の青ナイル川、白ナイル川、及びナイル本川の縦横断形を灌漑省に行き聞いてみたが、モグランの地点でしかなく、コピーに時間がかかるとのことであったので、入手を断念した。そのときの情報では、音波探深機があると言っていたが、ローカルスタッフの能力及び使用可能かどうかは不明であった。

現白ナイル橋の右岸側取り付け道路は、両河川の背割堤の役割も果たしているともいえるが、長期間、河川水にさらされているにもかかわらず、弱体化しておらず、その材質の透水係数が非常に小さいと推定される。